



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kouji YOSHIDA

GAU: 2863

SERIAL NO: 10/029,864

EXAMINER: Anthony T.
DOUGHERTY

FILED: December 31, 2001

FOR: MARK DETECTION METHOD AND UNIT, EXPOSURE METHOD AND APPARATUS, AND
DEVICE MANUFACTURING METHOD AND DEVICE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☒ Full benefit of the filing date of the PCT Application Number PCT/JP00/04225, filed June 28, 2000, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
- | <u>Application No.</u> | <u>Date Filed</u> |
|--|-------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below. | |

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:


<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	11-182832	June 29, 1999

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Masayasu Mori
Registration No. 47,301

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

10,029,864

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 1999年 6月29日
Date of Application:

出願番号 平成11年特許願第182832号
Application Number:

ST. 10/C]: [J-P 1999-182832]

願 人 株式会社ニコン
Applicant(s):

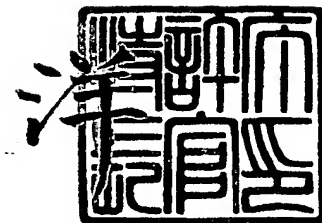
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

2004年 8月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願

【整理番号】 98-01704

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/30

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社 ニコ
 ン内

 【氏名】 吉田 幸司

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社 ニコン

【代理人】

 【識別番号】 100102901

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 立石 篤司

 【電話番号】 03-3354-4251

【選任した代理人】

 【識別番号】 100099793

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 川北 喜十郎

 【電話番号】 03-5362-3180

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 053132

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9408046

【包括委任状番号】 9408047

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マーク検出方法及びマーク検出装置、並びに露光方法及び露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検体に形成されたマークを検出するマーク検出方法であつて、

所定方向において前記マークを含む前記被検体の領域の表面状態を計測する第 1 工程と；

前記第 1 工程で得られた計測結果に基づいて、前記マークを反映した計測結果を有する領域を抽出する第 2 工程とを含むマーク検出方法。

【請求項 2】 前記所定方向における前記マークの形成領域の外側に、表面状態が他の領域と比べて特徴を有するマーク外領域を有し、

前記第 2 工程では、前記マーク外領域に対応する大きさの窓を走査し、前記窓の位置に応じて、前記窓内の計測結果から前記マーク外領域における表面状態の特徴に応じた特徴量を求め、該特徴量の前記窓の位置に応じた変化に基づいて、前記マークを反映した計測結果を有する領域を抽出することを特徴とする請求項 1 に記載のマーク検出方法。

【請求項 3】 前記マーク外領域は、前記マークの形成領域の前記所定方向に関する両側に位置する 2 つの領域から成ることを特徴とする請求項 2 に記載のマーク検出方法。

【請求項 4】 前記所定方向における前記マークの形成領域の内側に、表面状態が他の領域と比べて特徴を有するマーク内領域を有し、

前記第 2 工程では、前記マーク内領域に対応する大きさの窓を走査し、前記窓の位置に応じて、前記窓内の計測結果から前記マーク内領域における表面状態の特徴に応じた特徴量を求め、該特徴量の前記窓の位置に応じた変化に基づいて、前記マークを反映した計測結果を有する領域を抽出することを特徴とする請求項 1 に記載のマーク検出方法。

【請求項 5】 前記特徴量は、前記窓内の計測結果の平均値及び分散の少なくとも一方であることを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載のマーク

検出方法。

【請求項 6】 前記特徴量は、前記窓内の計測結果の前記所定方向と直交する方向に関する積算値の平均値及び分散の少なくとも一方であることを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載のマーク検出方法。

【請求項 7】 前記第 2 工程で抽出された領域内の計測結果に基づいて、前記マークの前記所定方向の位置を検出する第 3 工程を更に含むことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のマーク検出方法。

【請求項 8】 前記第 2 工程で抽出された領域内の計測結果に基づいて、前記マークの前記所定方向の位置を検出する第 3 工程を更に含むことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載のマーク検出方法。

【請求項 9】 前記第 3 工程では、前記平均値及び前記分散の少なくとも一方に基づいて、前記抽出された計測結果からのノイズ除去を行った後に、前記マークの前記所定方向の位置を検出することを特徴とする請求項 8 に記載のマーク検出方法。

【請求項 10】 前記表面状態には、前記被検体の表面からの光の状態が含まれることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載のマーク検出方法。

【請求項 11】 被検体に形成されたマークを検出する位置検出装置であって、

所定方向において前記マークを含む前記被検体の領域の表面状態を計測する計測装置と；

前記計測装置によって得られた計測結果に基づいて、前記マークを反映した計測結果を有する領域を抽出する第 1 演算装置とを備えるマーク検出装置。

【請求項 12】 前記第 1 演算装置によって抽出された領域内の計測結果に基づいて、前記マークの前記所定方向の位置を求める第 2 演算装置を更に備えることを特徴とする請求項 11 に記載のマーク検出装置。

【請求項 13】 前記計測装置は、前記被検体に形成されたマークを撮像する撮像装置を有し、

前記計測結果は、前記撮像装置によって撮像されたマーク像における光強度であることを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載のマーク検出装置。

【請求項 1 4】 前記第 1 演算装置は、被検体上における表面状態が他の領域と異なる特徴を有する特定領域に対応する大きさの窓を走査し、前記窓の位置に応じて、前記窓内の計測結果から前記特定領域における表面状態の特徴に応じた特徴量を求め、該特徴量の前記窓の位置に応じた変化に基づいて、前記マークを反映した計測結果を有する領域を抽出することを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載のマーク検出装置。

【請求項 1 5】 前記表面状態には、前記被検体の表面からの光の状態が含まれることを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 4 のいずれか一項に記載のマーク検出装置。

【請求項 1 6】 所定のパターンを基板上の区画領域に転写する露光方法であって、

前記基板を被検体とし、前記基板上に形成され、互いにほぼ同一形状を有する第 1 の数の位置合わせマークから選択された第 2 の数の位置合わせマークそれぞれについて、請求項 1 ～ 1 0 のいずれか一項に記載のマーク検出方法によって、前記第 2 の数の位置合わせマークの前記基板上の位置を求め、前記区画領域の前記基板上の位置を求める位置検出工程と；

前記位置検出工程において求められた前記区画領域の前記基板上の位置に基づいて、前記基板の位置合わせを行いつつ、前記区画領域に前記パターンを転写する転写工程とを含む露光方法。

【請求項 1 7】 前記複数の区画領域は、前記基板上にマトリクス状に配列され、

前記位置合わせマークは、前記マトリクスの行方向に関する位置合わせに使用され、互いにほぼ同一形状を有する第 3 の数の第 1 位置合わせマークと、前記マトリクスの列方向に関する位置合わせに使用され、互いにほぼ同一形状を有する第 4 の数の第 2 位置合わせマークとから成り、

前記位置検出工程では、前記第 3 の数の第 1 位置合わせマークから選択された第 5 の数の第 1 位置合わせマークそれぞれについて、前記マーク検出方法によって、前記第 5 の数の第 1 位置合わせマークの前記基板上における前記行方向に関する位置を求めるとともに、前記第 4 の数の第 2 位置合わせマークから選択され

た第 6 の数の第 2 位置合わせマークそれぞれについて、前記マーク検出方法によって、前記第 6 の数の第 2 位置合わせマークの前記基板上における前記列方向に関する位置を求め、前記第 5 の数の第 1 位置合わせマークの行方向位置と前記第 6 の数の第 2 位置合わせマークの列方向位置とを統計処理して、前記の区画領域の前記基板上の位置を求めることを特徴とする請求項 1 6 に記載の露光方法。

【請求項 1 8】 所定のパターンを基板上の区画領域に転写する露光装置であって、

前記基板を移動面に沿って移動させるステージ装置と；

前記ステージ装置に搭載された前記基板上の前記区画領域に付設された位置合わせマークの位置を検出する請求項 1 1 ～ 1 5 のいずれか一項に記載のマーク検出装置とを備える露光装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マーク検出方法及びマーク検出装置、並びに露光方法及び露光装置に係り、より詳細には、被検体に形成されたマークの位置を検出するためのマーク検出方法及びマーク検出装置、並びに前記マーク検出方法を使用する露光方法及び前記マーク検出装置を備える露光装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来より、半導体素子、液晶表示素子等を製造するためのリソグラフィ工程では、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）に形成されたパターンを投影光学系を介してレジスト等が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板（以下、適宜「感応基板又はウエハ」という）上に転写する露光装置が用いられている。こうした露光装置としては、いわゆるステッパ等の静止露光型の投影露光装置や、いわゆるスキャニング・ステッパ等の走査露光型の投影露光装置が主として用いられている。

【 0 0 0 3 】

かかる露光装置においては、露光に先立ってレチクルとウエハとの位置合わせ

(アライメント)を高精度に行う必要がある。このアライメントを行うために、ウエハ上には以前のリソグラフィ工程で形成(露光転写)された位置検出用マーク(アライメントマーク)が、各ショット領域に付設されており、このアライメントマークの位置を検出することで、ウエハ(又はウエハ上の回路パターン)の位置を検出することができる。そして、ウエハ(又はウエハ上の回路パターン)の位置の検出結果に基づいて、アライメントが行われる。

【0004】

現在、ウエハ上のアライメントマークの位置検出にはいくつかの方法が実用化されているが、いずれの方法においても位置検出用の検出器によって得られたアライメントマークの検出結果信号の波形を解析して、ウエハ上のアライメントマークの位置を検出している。例えば、最近の主流となっている画像検出による位置検出では、アライメントマークの光学像を撮像装置によって撮像し、その撮像信号すなわちその像の光強度分布を解析してアライメントマーク位置を検出している。

【0005】

かかる信号波形の解析の手法として、撮像されたアライメントマークの位置をパラメータとし、予め用意されたテンプレート波形との相関をアライメントマークの撮像範囲内で調べるパターンマッチング(テンプレートマッチング)の手法がある。このパターンマッチングの手法を使用して信号波形を解析し、最もテンプレート波形との相関が高いパラメータ値を求めることにより、アライメントマークの位置が精度良く検出されていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来のアライメントマークの位置検出方法では、アライメントマークの撮像を、アライメントマークの位置検出のために必要な該アライメントマークの特徴を一部に含む範囲について行っている。ここで、アライメントマークの位置検出のために必要な特徴とは、例えばX位置検出用のアライメントマークが、Y方向に延びるラインパターンとスペースパターンとが交互にX方向に並ぶラインアンドスペースマークである場合には、X方向に関するラインパターンの配列状

態である。したがって、X位置検出用のラインアンドスペースマークの撮像範囲は、Y方向については、ラインアンドスペースマークのY方向幅よりも小さい幅であってもよいが、X方向については、撮像位置を決める事前測定の精度にもよるが、ラインアンドスペースマークのX方向幅よりもかなり大きい幅に設定されている。すなわち、X位置検出用のラインアンドスペースマークの撮像結果は、X方向について、ラインアンドスペースマーク領域以外の領域を広く含んだものとなっている。

【0 0 0 7】

一方、撮像範囲のどのX位置にX位置検出用のラインアンドスペースマークが位置するかは事前に分かっていないので、パターンマッチングは撮像範囲のX方向に関する全範囲に渡って行われていた。このため、パターンマッチングの演算量が膨大となり、位置検出に長い時間がかかるとともに、X位置検出用マークの形成領域以外における信号のパターンをX位置検出用マークによる信号パターンと誤認識する可能性もあった。

【0 0 0 8】

こうした事情は、上記のX位置検出用のラインアンドスペースマークの場合に限らず、Y位置検出用のラインアンドスペースマークも同様であり、さらには、他の種類の位置検出用マークを採用した場合にも同様であった。

【0 0 0 9】

本発明は、かかる事情のもとでなされたものであり、その第1の目的は、被検体に形成されたマークの位置を迅速かつ精度良く検出することが可能なマーク検出方法及びマーク検出装置を提供することにある。

【0 0 1 0】

また、本発明の第2の目的は、基板に形成されたマークを迅速かつ精度良く検出することにより、所定のパターンを基板に転写する露光の精度を向上することが可能であるとともに、スループットの向上が可能な露光装置を提供することにある。

【0 0 1 1】

【課題を解決するための手段】

本発明のマーク検出方法は、被検体（W）に形成されたマーク（MX，MY）を検出するマーク検出方法であって、所定方向において前記マークを含む前記被検体の領域の表面状態を計測する第 1 工程と；前記第 1 工程で得られた計測結果に基づいて、前記マークを反映した計測結果を有する領域を抽出する第 2 工程とを含む。

【0 0 1 2】

これによれば、所定方向においてマークを含む被検体の領域を計測した後、該マークを反映した計測結果を有する領域を抽出する。この結果、計測領域のどの位置にマークがあるか、すなわち計測領域内におけるマークを反映した計測結果を有する領域（以下、「マーク信号領域」ともいう）を、精度良く、かつ迅速に知ることができる。こうして抽出されたマーク信号領域に基づいて、マーク信号領域についてのみ信号処理を行うことにより、マーク信号領域以外の領域に関する信号パターンを位置検出用マークによる信号パターンと誤認識することを防止できるとともに、迅速なマーク位置の検出が可能となる。

【0 0 1 3】

本発明のマーク検出方法を適用するにあたって、前記所定方向における前記マークの形成領域（MXA）の外側に、表面状態が他の領域と比べて特徴を有するマーク外領域（IXA）を有する場合がある。こうした場合には、例えば、マークの周辺に、マークパターンと他のパターンとを識別するためのパターン禁止帯が設けられており、該パターン禁止帯が、所定の幅でパターンが形成されていないことが保証されているという特徴的な表面状態を有しているマーク外領域となっている場合等が該当する。

【0 0 1 4】

かかる場合には、前記第 2 工程では、前記マーク外領域に対応する大きさの窓（WIN1，WIN2）を走査し、前記窓の位置に応じて、前記窓内の計測結果から前記マーク外領域における表面状態の特徴に応じた特徴量を求め、該特徴量の前記窓の位置に応じた変化に基づいて、前記マークを反映した計測結果を有する領域（マーク信号領域）を抽出することができる。例えば、上記のパターン禁止帯の場合には、パターン禁止帯の所定方向に関する幅に対応する大きさの窓を

設定し、該窓を所定方向に沿って走査しつつ、窓内における計測結果に基づいて、パターン禁止帯の特徴が最も顕著となる窓の走査位置を求めることにより、計測領域内におけるマーク信号領域を抽出することができる。

【0015】

ここで、前記マーク外領域は、1つの領域から成る領域であることには限定されず、前記マークの形成領域の前記所定方向に関する両側に位置する2つの領域から成ることとすることができる。例えば、マークの周囲に、マークパターンと他のパターンとを識別するためのパターン禁止帯が設けられる場合には、パターン禁止帯を反映した信号領域が、マーク信号領域の両側に、所定の幅の2つ領域として計測領域内に現れることになる。かかる場合には、2つの領域からなるパターン禁止帯を反映した領域という特徴的な計測信号が得られる所定方向の幅の領域が、所定方向に沿って所定距離だけ互いに離れた関係で存在することになる。したがって、所定方向に沿って、該所定距離だけ離れた所定幅の窓を2つ設定し、これらの窓を、窓間距離を保ちつつ所定方向に走査しつつ、窓内における計測結果に基づいて、パターン禁止帯に応じた領域の特徴が最も顕著となる窓の走査位置を求めることにより、計測領域内におけるマーク信号領域を精度良く抽出することができる。

【0016】

また、本発明のマーク検出方法を適用するにあたって、前記所定方向における前記マークの形成領域（MXA）の内側に、表面状態が他の領域と比べて特徴を有するマーク内領域を有する場合がある。こうした場合には、例えば、マーク形成領域の全範囲にわたって表面状態が、所定方向に沿って激しく変化する場合等が該当する。

【0017】

かかる場合には、前記第2工程では、前記マーク内領域に対応する大きさの窓（WIN）を走査し、前記窓の位置に応じて、前記窓内の計測結果から前記マーク内領域における表面状態の特徴に応じた特徴量を求め、該特徴量の前記窓の位置に応じた変化に基づいて、前記マークを反映した計測結果を有する領域を抽出することができる。例えば、上記のマーク形成領域の全範囲にわたって表面状態

が、所定方向に沿って激しく変化する場合には、マーク信号領域の所定方向に関する幅に対応する大きさの窓を設定し、該窓を所定方向に沿って走査しつつ、窓内における計測結果に基づいて、窓内の計測結果の変化の激しさが極大（又は最大）となる窓の走査位置を求めることにより、計測領域内におけるマーク信号領域を抽出することができる。

【0018】

本発明の位置検出方法では、前記特徴量を、前記窓内の計測結果の平均値及び分散の少なくとも一方とすることができる。例えば、上述のパターン禁止帯が存在する場合には、パターン禁止帯を反映した信号領域では、計測信号の値はほぼ一定値となる。かかる場合において、パターン禁止帯を反映した計測信号の値が、他の領域と比べて平均的に大きい又は小さいという特徴を有する場合には、窓内の計測結果の値の平均値に注目することにより、パターン禁止帯領域を抽出することができる、ひいてはマーク形成領域を抽出することができる。また、パターン禁止帯を反映した計測信号がほぼ一定値となることより、パターンが形成されている他の領域を窓内に含む場合よりも、窓内にパターン禁止帯を反映した計測領域のみを含む場合の方が計測信号の値の分散は小さくなる。したがって、窓内の計測結果の値の分散に注目することにより、パターン禁止帯を抽出することができる、ひいてはマーク形成領域を抽出することができる。

【0019】

また、マーク形成領域を反映した計測信号の値が、激しく所定方向に沿って変化する場合には、窓内にマーク信号領域のみを含む場合が、窓内の計測結果の値の分散が最大となる。したがって、窓内の計測結果の値の分散に注目することにより、マーク信号領域を抽出することができる。

【0020】

以上の窓内における計測信号の値の平均値及び分散の少なくとも一方を、計測領域の計測結果の 1 走査線上の計測信号値に関する平均値及び分散の少なくとも一方とすることも可能であるが、前記窓内の計測結果の前記所定方向と直交する方向に関する積算値、すなわち複数の走査線に関する積算値の平均値及び分散の少なくとも一方とすることも可能である。かかる場合には、積算による平均化効

果により、1 走査線の場合よりも高周波ノイズを低減することができるので、精度の良い領域抽出が可能となる。

【0 0 2 1】

本発明のマーク検出方法では、前記第 2 工程で抽出された領域内の計測結果に基づいて、前記マークの前記所定方向の位置を検出する第 3 工程を更に含むことができる。かかる場合には、第 2 工程によって抽出された領域から求められたマーク信号領域についてのみ、パターンマッチング等の正確な位置検出を行うための信号処理を行えばよいので、精度良く、かつ迅速にマーク位置の検出が可能となる。

【0 0 2 2】

また、窓内における平均値及び分散の少なくとも一方を特徴量とする本発明のマーク検出方法では、前記第 3 工程において、前記平均値及び前記分散の少なくとも一方に基づいて、前記抽出された領域の計測結果からノイズ除去を行った後に、前記マークの前記所定方向の位置を検出することができる。かかる場合には、第 1 工程における計測の計測誤差や、計測値の設計値からの誤差等のノイズ成分を反映している窓内の計測信号の値の平均値や分散の算出値に基づいて、第 1 工程における計測結果からノイズ成分を除去することができる。したがって、非常に精度良くマーク位置を検出することができる。

【0 0 2 3】

なお、本発明のマーク検出方法では、前記表面状態には、前記被検体の表面からの光の状態が含まれている。すなわち、表面状態には、表面における凹凸等の形状のみならず、表面における反射率分布等も含まれている。また、透明な表面層の内部にある凹凸状態や反射率分布等も含まれる。さらに、透過型マークの場合における透過率分布等も含まれる。

【0 0 2 4】

本発明のマーク検出装置は、被検体 (W) に形成されたマーク (MX, MY) を検出するマーク検出装置であって、所定方向において前記マークを含む前記被検体の領域の表面状態を計測する計測装置 (A S) と；前記計測装置によって得られた計測結果に基づいて、前記マークを反映した計測結果を有する領域を抽出

する第 1 演算装置 (33) とを備える。

【0025】

これによれば、計測装置が、所定方向においてマークを含む被検体の領域の表面状態を計測し、その計測結果に基づいて、第 1 演算装置が、マークを反映した計測結果を有する領域を抽出する。したがって、本発明のマーク検出方法を使用して、マークの検出を行うので、マークの形成領域を精度良く、かつ迅速に抽出することができる。

【0026】

本発明のマーク検出装置では、前記第 1 演算装置によって抽出された領域内の計測結果に基づいて、前記マークの前記所定方向の位置を求める第 2 演算装置 (35) を更に備えることができる。かかる場合には、第 1 演算装置によって抽出されたマーク信号領域についてのみ、第 2 演算装置が、マークの所定方向の位置を求める演算をすればよいので、マークの位置を精度良く、かつ迅速に検出することができる。

【0027】

また、本発明のマーク検出装置では、前記計測装置は、前記被検体に形成されたマークを撮像する撮像装置 (AS) を有し、前記計測結果は、前記撮像装置によって撮像されたマーク像における光強度であることとすることができる。

【0028】

また、本発明のマーク検出装置では、前記第 1 演算装置が、被検体上における表面状態が他の領域と異なる特徴を有する特定領域 (MXA, IXA) に対応する大きさの窓 (WIN1, WIN2, WIN) を走査し、前記窓の位置に応じて、前記窓内の計測結果から前記特定領域における表面状態の特徴に応じた特徴量を求め、該特徴量の前記窓の位置に応じた変化に基づいて、前記マークを反映した計測結果を有する領域を抽出することとすることができる。かかる場合には、第 1 演算装置が、所定の大きさの窓を走査しつつ、窓内の特徴量を算出し、窓の位置に応じた特徴量の分布を求める。そして特徴が最も顕著な値となる窓位置を求めることにより、マーク信号領域を抽出する。したがって、マーク信号領域を精度良く、かつ迅速に抽出することができ、ひいては、マークの位置を精度良く

、かつ迅速に検出することができる。

【0029】

なお、本発明のマーク検出装置では、上述の本発明のマーク検出方法における場合と同様に、前記表面状態には、前記被検体の表面からの光の状態が含まれている。

【0030】

本発明の露光方法は、所定のパターンを基板（W）上の区画領域（SA）に転写する露光方法であって、前記基板を被検体とし、前記基板上に形成され、互いにはほぼ同一形状を有する第1の数の位置合わせマーク（MX，MY）から選択された第2の数の位置合わせマークそれぞれについて、本発明のマーク検出方法によって、前記第2の数の位置合わせマークの前記基板上の位置を求め、前記区画領域の前記基板上の位置を求める位置検出工程と；前記位置検出工程において求められた前記区画領域の前記基板上の位置に基づいて、前記基板の位置合わせを行いつつ、前記区画領域に前記パターンを転写する転写工程とを含む。

【0031】

これによれば、本発明のマーク検出方法を使用して、基板に形成された第2の数の位置合わせマークを反映した信号領域を抽出後、該マークの位置を高精度かつ迅速に検出する。そして、その検出結果に基づいて基板の位置合わせを行いつつ、区画領域にパターンを転写する。したがって、所定のパターンを精度良くかつ迅速に区画領域に転写することができる。

【0032】

本発明の露光方法では、前記複数の区画領域は、前記基板上にマトリクス状に配列されているとき、前記位置合わせマークを、前記マトリクスの行方向に関する位置合わせに使用され、互いにはほぼ同一形状を有する第3の数の第1位置合わせマーク（MX）と、前記マトリクスの列方向に関する位置合わせに使用され、互いにはほぼ同一形状を有する第4の数の第2位置合わせマーク（MY）とから構成し、前記第1工程では、前記第3の数の第1位置合わせマークから選択された第5の数の第1位置合わせマークそれぞれについて、前記マーク検出方法によって、前記第5の数の第1位置合わせマークの前記基板上における前記行方向に関

する位置を求めるとともに、前記第 4 の数の第 2 位置合わせマークから選択された第 6 の数の第 2 位置合わせマークそれぞれについて、前記マーク検出方法によって、前記第 6 の数の第 2 位置合わせマークの前記基板上における前記列方向に関する位置を求め、前記第 5 の数の第 1 位置合わせマークの行方向位置と前記第 6 の数の第 2 位置合わせマークの列方向位置とを統計処理して、前記区画領域の前記基板上の位置を求めることにすることができる。かかる場合には、区画領域の基板上の 2 次元位置を精度良く、かつ迅速に検出でき、その検出結果にもとづいて、高精度に基板を位置合わせしつつ、各区画領域にパターンを転写するので、マトリクス状に配列された区画領域中の任意区画領域に精度良くかつ迅速にパターンを転写することができる。

【 0 0 3 3 】

本発明の露光装置は、所定のパターンを基板 (W) 上の区画領域 (S A) に転写する露光装置であって、前記基板を移動面に沿って移動させるステージ装置 (W S T) と；前記ステージ装置に搭載された前記基板上の前記区画領域に付設された位置合わせマーク (M X, M Y) の位置を検出する本発明のマーク検出装置 (3 7) とを備える。

【 0 0 3 4 】

これによれば、本発明のマーク検出装置によって、位置合わせマークを反映した信号領域を精度良くかつ迅速に抽出した後、位置合わせマークの位置を精度良くかつ迅速に検出することができるので、精度及びスループットを向上して、所定のパターンを基板上の区画領域に転写することができる。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態を、図 1 ～図 8 を参照して説明する。

【 0 0 3 6 】

図 1 には、本発明の一実施形態に係る露光装置 1 0 0 の概略構成が示されている。この露光装置 1 0 0 は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置である。この露光装置 1 0 0 は、照明系 1 0、マスクとしてのレチクル R を保持するレチクルステージ R S T、投影光学系 P L、基板 (被検体) としてのウエハ W

が搭載されるウエハステージ W S T、撮像装置としてのアライメント顕微鏡 A S、及び装置全体を統括制御する主制御系 2 0 等を備えている。

【 0 0 3 7 】

前記照明系 1 0 は、光源、フライアイレンズ等からなる照度均一化光学系、リレーレンズ、可変 N D フィルタ、レチクルブラインド、及びダイクロイックミラー等（いずれも不図示）を含んで構成されている。こうした照明系の構成は、例えば、特開平 1 0 - 1 1 2 4 3 3 号公報に開示されている。この照明系 1 0 では、回路パターン等が描かれたレチクル R 上のレチクルブラインドで規定されたスリット状の照明領域部分を照明光 I L によりほぼ均一な照度で照明する。

【 0 0 3 8 】

前記レチクルステージ R S T 上にはレチクル R が、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージ R S T は、ここでは、磁気浮上型の 2 次元リニアアクチュエータから成る不図示のレチクルステージ駆動部によって、レチクル R の位置決めのため、照明系 1 0 の光軸（後述する投影光学系 P L の光軸 A X に一致）に垂直な X Y 平面内で微少駆動可能であるとともに、所定の走査方向（ここでは Y 方向とする）に指定された走査速度で駆動可能となっている。さらに、本実施形態では上記磁気浮上型の 2 次元リニアアクチュエータは X 駆動用コイル、Y 駆動用コイルの他に Z 駆動用コイルを含んでいるため、Z 方向にも微小駆動可能となっている。

【 0 0 3 9 】

レチクルステージ R S T のステージ移動面内の位置はレチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という） 1 6 によって、移動鏡 1 5 を介して、例えば 0. 5 ~ 1 n m 程度の分解能で常時検出される。レチクル干渉計 1 6 からのレチクルステージ R S T の位置情報はステージ制御系 1 9 に送られ、ステージ制御系 1 9 はレチクルステージ R S T の位置情報に基づいてレチクルステージ駆動部（図示省略）を介してレチクルステージ R S T を駆動する。

【 0 0 4 0 】

前記投影光学系 P L は、レチクルステージ R S T の図 1 における下方に配置され、その光軸 A X の方向が Z 軸方向とされている。投影光学系 P L としては、両

側テレセントリックで所定の縮小倍率（例えば $1/5$ 、又は $1/4$ ）を有する屈折光学系が使用されている。このため、照明光学系からの照明光 I_L によってレチクル R の照明領域が照明されると、このレチクル R を通過した照明光 I_L により、投影光学系 P_L を介してその照明領域内のレチクル R の回路パターンの縮小像（部分倒立像）が表面にレジスト（感光剤）が塗布されたウエハ W 上に形成される。

【0041】

前記ウエハステージ WST は、投影光学系 P_L の図 1 における下方で、ベース BS 上に配置され、このウエハステージ WST 上には、ウエハホルダ 25 が載置されている。このウエハホルダ 25 上にウエハ W が例えば真空吸着等によって固定されている。ウエハホルダ 25 は不図示の駆動部により、投影光学系 P_L の光軸直交面に対し、任意方向に傾斜可能で、かつ投影光学系 P_L の光軸 AX 方向（ Z 方向）にも微動可能に構成されている。また、このウエハホルダ 25 は光軸 AX 回りの微小回転動作も可能になっている。

【0042】

ウエハステージ WST は走査方向（ Y 方向）の移動のみならず、ウエハ W 上の複数のショット領域を前記照明領域と共役な露光領域に位置させることができるように、走査方向に垂直な方向（ X 方向）にも移動可能に構成されており、ウエハ W 上の各ショット領域を走査（スキャン）露光する動作と、次のショットの露光開始位置まで移動する動作とを繰り返すステップ・アンド・スキャン動作を行う。このウエハステージ WST はモータ等を含むウエハステージ駆動部 24 により XY 2 次元方向に駆動される。

【0043】

ウエハステージ WST の XY 平面内での位置はウエハレーザ干渉計 18 によって、移動鏡 17 を介して、例えば $0.5 \sim 1 \text{ nm}$ 程度の分解能で常時検出されている。ウエハステージ WST の位置情報（又は速度情報） WPV はステージ制御系 19 に送られ、ステージ制御系 19 はこの位置情報（又は速度情報） WPV に基づいてウエハステージ WST を制御する。

【0044】

前記アライメント顕微鏡 A S は、投影光学系 P L の側面に配置された、オフアクシス方式のアライメントセンサである。このアライメント顕微鏡 A S は、ウエハ W 上の各ショット領域に付設されたアライメントマーク（ウエハマーク）の撮像結果を出力する。

【 0 0 4 5 】

アライメントマークとしては、例えば、図 2（A）に示されるようなウエハ W 上のショット領域 S A の周囲のストリートライン上に形成された、位置合わせマークとしての X 方向位置検出用のマーク M X と Y 方向位置検出用のマーク M Y とが使用される。各マーク M X，M Y としては、例えば、図 2（B）において拡大された平面視のマーク M X で代表して示されるように、検出方向について周期構造を有し、検出方向について L M X（マーク M Y の場合には L M Y）の幅を有するラインアンドスペースマークを使用することができる。なお、図 2（B）においては、ラインが 5 本のラインアンドスペースマークが示されているが、マーク M X（又はマーク M Y）として採用されるラインアンドスペースマークにおけるライン本数は、5 本に限定されるものではなく、他の本数であってもよい。また、以下の説明においては、マーク M X 及びマーク M Y の個々を示す場合には、対応するショット領域 S A の配列位置に応じてマーク M X（i，j）及びマーク M Y（i，j）と記すものとする。

【 0 0 4 6 】

上記のようなマーク M X は、図 3（A）に示されるマーク形成領域 M X A 内に形成されているが、その周囲には、図 3（A）に示されるように、マーク M X のパターンが他のパターンから識別可能なように、パターン禁止領域 I X A が設けられている。ここで、パターン禁止領域 I X A は、図 3（A）に示されるように、マーク形成領域 M X A の紙面左側に X 方向の幅 I M X 1 を有するとともに、マーク形成領域 M X A の紙面右側に X 方向の幅 I M X 2 を有している。ここで、幅 I M X 1 及び幅 I M X 2 はマークの設計時に定まるものであり、マーク M X におけるライン幅やスペース幅よりも十分に大きな既知の値である。

【 0 0 4 7 】

そして、アライメント顕微鏡 A S は、マーク M X を、X 方向についてマーク形

成領域MXA及びパターン禁止領域IXAを含み、X方向の幅がLXである計測領域としての視野領域VXA内の像として観察する。ここで、図3（A）では、紙面左側におけるパターン禁止領域IXAの外側の視野領域VXAの幅をEMX1と表し、紙面右側におけるパターン禁止領域IXAの外側の視野領域VXAの幅をEMX2と表している。なお、幅EMX1及び幅EMX2は、マークMXの観察の都度変化するものであり、マークMXの観察時には未知の値である。

【0048】

なお、図3（A）においては、視野領域VXAのY方向幅がマーク形成領域MXAのY方向幅内に含まれる例が示されているが、視野領域VXAのY方向に関する中心部領域がマーク形成領域MXAのY方向幅内に含まれていればよい。

【0049】

また、本実施形態では、ウエハWにおけるマークMX、MYは、図3（B）において代表してマークMXについてXZ断面で示されるように、基層51の表面にラインパターンが形成されたライン部53とパターンが形成されていないスペース部55とがX方向に交互に形成されており、ライン部53及びスペース部55の表面にレジスト層PRが形成されている。レジスト層PRの材質は、例えば化学増幅型レジストであり、高い光透過性を有している。また、基層51の材質とラインパターンの材質とは互いに異なっており、基層51の材質の方が、ラインパターンの材質よりも高い反射率を有するものを使用している。

【0050】

また、パターン禁止領域IXAでは、スペース部55と同様に、基層51の表面にレジスト層PRが形成されている。また、パターン禁止領域IXAの外側の領域の状態は、所定の状態となっている。

【0051】

また、ラインパターンのXZ断面は、図3（B）に示されるように、完全な矩形ではなく台形状となっている。さらに、レジスト層PRは、スピンコートによって塗布されており、このため、基層51に対して凸パターン（ラインパターン）のあるマーク形成領域MXAにおけるレジスト層PRの表面は、パターン禁止領域IXAにおけるレジスト層PRの表面から台形状に盛りあがったものとなっ

ている。

【0052】

かかる構造を有するマークMXを視野領域VXAについて撮像すると、撮像結果における光強度のX方向の分布は、図3（C）に示されるようになる。すなわち、マーク形成領域MXAに応じた領域では、マーク部とスペース部との境界で信号強度Iが極小となり、また、マーク部53及びスペース部55それぞれのX方向に関する中心部で信号強度Iが極大となる。また、マーク形成領域MXAとパターン禁止領域IXAとの境界では、マーク形成領域MXAがライン部55であるため、信号強度Iは極小となる。そして、X位置がマーク形成領域MXAとパターン禁止領域IXAとの境界から遠ざかるにつれて信号強度Iが増加し、ある程度以上遠ざかると信号強度Iはほぼ一定値（ほぼ最大値）となる。さらに、X位置がマーク形成領域MXAとパターン禁止領域IXAとの境界から遠ざかり、パターン禁止領域IXAの外縁付近では、例えばパターン禁止領域IXAの外側にラインパターンが形成されていると、信号強度Iは減少し始める。

【0053】

すなわち、パターン禁止領域IXAにはパターンが形成されていないので、理想的にはパターン禁止領域IXAの全域にわたって信号強度Iがほぼ同一値となるはずであるが、パターンの形状やレジスト層PRが一様ではないので、パターンが形成されていないという表面状態に連続しているというパターン禁止領域の特徴に応じた信号強度Iが一定となる範囲の幅ISX1, ISX2は、設計状のパターン禁止領域の幅IMX1, IMX2よりも狭いものとなっている。なお、幅IMX1, IMX2と幅ISX1, ISX2との差に関する情報は、マークMXの形成プロセス、レジスト層PRの形成プロセス、パターン禁止帯IXAの外側のパターン状況によって異なるものであるが、設計情報又は事前測定により予め求められているものとする。すなわち、マーク形成領域MXAの表面状態を反映した信号領域（以下、「マーク信号領域」という）のX方向に関する幅LSX、パターン禁止領域IXAの表面状態を反映した信号領域（以下、「禁止帯信号領域」という）のX方向に関する幅ISX1, ISX2は既知であるものとする。

【 0 0 5 4 】

したがって、視野領域 V X A におけるマーク信号領域の抽出にあたっての未知数は、図 3 (C) 中の幅 E S X 1 又は幅 E S X 2 である。

【 0 0 5 5 】

なお、マーク M Y についても、マーク M X の場合と同様のパターン禁止領域が設けられており、また、マーク M X の場合と同様に観察される。

【 0 0 5 6 】

アライメント顕微鏡 A S は、その撮像結果である視野領域 V X A 内に関する撮像データ I M D を主制御系 2 0 へ向けて出力する (図 1 参照)。

【 0 0 5 7 】

前記主制御系 2 0 は、図 4 に示されるように、主制御装置 3 0 と記憶装置 4 0 とを備えている。主制御装置 3 0 は、ステージ制御系 1 9 にステージ制御データ S C D を供給する等して露光装置 1 0 0 の動作を制御する制御装置 3 9 とマーク検出装置 3 7 とから構成されている。該マーク検出装置 3 7 は、撮像データ収集装置 3 1 と、該撮像データ収集装置 3 1 によって収集された撮像データに基づいて、撮像された各アライメントマーク M X , M Y の形成領域を抽出する第 1 の演算装置としての領域算出装置 3 3 と、該領域算出装置 3 3 によって抽出された各アライメントマーク M X , M Y の形成領域に関する情報を使用して、各アライメントマーク M X , M Y の位置を算出する第 2 演算装置としての位置算出装置 3 5 とを備えている。また、記憶装置 4 0 は、その内部に撮像データ格納領域 4 1 と、領域情報格納領域 4 2 と、位置情報格納領域 4 3 とを有している。前述のアライメント顕微鏡 A S と撮像データ収集装置 3 1 とから計測装置が構成されている。なお、図 4 においては、データの流れが実線矢印で示され、制御の流れが点線矢印で示されている。主制御系 2 0 の各装置の作用は後述する。

【 0 0 5 8 】

なお、本実施形態では、主制御装置 3 0 を上記のように、各種の装置を組み合わせ構成したが、主制御装置 3 0 を計算機システムとして構成し、主制御装置 3 0 を構成する上記の各装置の機能を主制御装置 3 0 に内蔵されたプログラムによって実現することも可能である。

【 0 0 5 9 】

図 1 に戻り、露光装置 1 0 0 には、投影光学系 P L の最良結像面に向けて複数のスリット像を形成するための結像光束を光軸 A X 方向に対して斜め方向より供給する照射光学系 1 3 と、その結像光束のウエハ W の表面での各反射光束をそれぞれスリットを介して受光する受光光学系 1 4 とから成る斜入射方式の多点フォーカス検出系が、投影光学系 P L を支える支持部（図示省略）に固定されている。この多点フォーカス検出系（1 3、1 4）としては、例えば特開平 5 - 1 9 0 4 2 3 号公報に開示されるものと同様の構成のものが用いられ、ステージ制御系 1 9 はこの多点フォーカス検出系（1 3、1 4）からのウエハ位置情報に基づいてウエハホルダ 2 5 を Z 方向及び傾斜方向に駆動する。

【 0 0 6 0 】

以上のように構成された露光装置 1 0 0 では、以下のようにしてウエハ W 上におけるショット領域の配列座標を検出する。なお、ショット領域の配列座標を検出する前提として、マーク M X、M Y は、前層までプロセス（例えば、第 1 層目のプロセス）で既にウエハ W 上に形成されているものとする。また、ウエハ W がウエハホルダ 2 5 に不図示のウエハロードによってロードされており、主制御系 2 0 によるステージ制御系 1 9 を介したウエハ W の移動により、アライメント顕微鏡 A S の観察視野（マーク M X の場合には前述の視野領域 V X A）内に各マーク M X、M Y を入れることができるように、粗い精度の位置合わせ（プリアライメント）が既に行われているものとする。こうした、プリアライメントは、ウエハ W の外形の観察や、広い視野でのマーク M X、M Y の観察結果及びウエハ干渉計 1 8 からの位置情報（又は速度情報）に基づいて、主制御系 2 0（より詳しくは、制御装置 3 9）によってステージ制御系 1 9 を介して行なわれる。さらに、ショット領域の配列座標を検出するために計測される、設計上一直線上には並ばない 3 個以上の X 位置検出用マーク M X（ i_m, j_m ）（ $m = 1 \sim M; M \geq 3$ ）、及び設計上一直線上には並ばない 3 個以上の Y 位置検出用マーク M Y（ i_n, j_n ）（ $n = 1 \sim N; N \geq 3$ ）は既に選択されているものとする。但し、選択されるマークの総数（ $= M + N$ ）は 6 個よりも多い個数でなければならない。

【 0 0 6 1 】

以下、ウエハW上におけるショット領域の配列座標の検出を、図5に示されるフローチャートに基づきながら、適宜他の図面を参照しつつ説明する。

【0062】

まず、図5のステップ201において、選択されたマークMX (i_m, j_m) , MY (i_n, j_n) の内の最初のマーク (X位置検出用マークMX (i_1, j_1) とする) をアライメント顕微鏡ASによる撮像位置となるようにウエハWを移動する。かかる移動は、主制御系20によってステージ制御系19を介した制御の下で行われる。

【0063】

引き続き、ステップ202において、アライメント顕微鏡ASがマークMX (i_1, j_1) を撮像する。前述した図3におけるマーク形成領域MXAと視野領域VXAとの位置関係でアライメント顕微鏡ASがマークMX (i_1, j_1) を撮像すると、図6 (A) に示されるウエハW上の像が視野領域VXA内に入る。

【0064】

以上のようにして、アライメント顕微鏡ASによって撮像された観察視野VXA内の撮像データIMDを、制御装置39からの指示に応じて、撮像データ収集装置31が入力し、撮像データ格納領域41に格納することにより、撮像データIMDが収集される。

【0065】

図5に戻り、次に、ステップ203において、制御装置39からの指示に応じて、領域算出装置33が、撮像データ格納領域41からマークMX (i_1, j_1) に関する撮像データを読み出し、該撮像データ及びウエハ干渉計18からの位置情報 (又は速度情報) WPVに基づいて、マークMX (i_1, j_1) に関するマーク形成領域MXAを抽出する。

【0066】

かかる領域抽出にあたって、領域算出装置33は、まず、撮像データ格納領域41からマークMX (i_1, j_1) に関する撮像データについて、図6 (A) に示されるように、視野領域VXAのY方向に関する中心付近におけるX方向の50本の走査線SLN₁~SLN₅₀上の信号強度分布 (光強度分布) $I_1(X) \sim I_{50}$

(X) を抽出する。そして、次の (1) 式によって、平均的な X 方向に関する信号強度分布 $I(X)$ を求める。

【0 0 6 7】

【数 1】

$$I(X) = \left[\sum_{i=1}^{50} I_i(X) \right] / 50 \quad \dots (1)$$

【0 0 6 8】

こうして求められた信号強度分布 $I(X)$ は、信号強度分布 $I_1(X) \sim I_{50}(X)$ の個々に重畳している高周波ノイズが低減されたものとなっている。こうして求められた信号強度分布 $I(X)$ が図 6 (B) に示されている。

【0 0 6 9】

次に、領域算出装置 3 3 は、図 7 に概念的に示されるような、距離 L_{SX} を隔てて、幅 I_{SX1} の窓 $WIN1$ と幅 I_{SX2} の窓 $WIN2$ とが形成された 1 次元フィルタ $FX1$ をソフトウェア上で用意する。1 次元フィルタ $FX1$ は、窓 $WIN1$ 内及び窓 $WIN2$ 内の情報のみを拾い上げるフィルタとして機能する。ここで、窓 $WIN1$ の $-X$ 方向の端点の X 位置を X_{W1} と表し、窓 $WIN2$ の $-X$ 方向の端点の X 位置を X_{W2} と表すことにする。なお、X 位置 X_{W1} と X 位置 X_{W2} との間には、

$$X_{W2} = X_{W1} + I_{SX1} + L_{SX} \quad \dots (2)$$

という関係があるので、X 位置 X_{W1} が決まれば X 位置 X_{W2} が一義的に決まることになる。そこで、1 次元フィルタ $FX1$ の位置というときには、X 位置 X_{W1} を指すものとする。

【0 0 7 0】

引き続き、1 次元フィルタ $FX1$ の X 位置 X_{W1} を視野領域 VXA の $-X$ 方向に関する端の X 位置 X_0 (走査開始 X 位置 X_{S1}) に設定し、1 次元フィルタ $FX1$ を信号強度分布 $I(X)$ について適用する。この結果、窓 $WIN1$ 及び窓 $WIN2$ を介して、信号強度分布 $I(X)$ ($X_{S1} \leq X \leq X_{S1} + I_{SX1}$, $X_{S1} + I_{SX1}$

$1 + L S X (= X_{S2}) \leq X \leq X_{S2} + I S X 2$ が抽出される。そして、窓 $W I N 1$ 内及び窓 $W I N 2$ 内の信号強度分布 $I (X)$ について、次の (3) ~ (5) 式によって、平均値 $\mu I (X_{W1} (= X_{S1}))$ 、変動 $S I (X_{W1})$ 、及び分散 $V I (X_{W1})$ を求める。

【 0 0 7 1 】

【数 2】

$$\mu I(X_{W1}) = \left\{ \sum_{i=1}^{ISX1} I(X_{W1} + i) + \sum_{j=1}^{ISX2} I(X_{W2} + j) \right\} / (ISX1 + ISX2) \quad \dots (3)$$

【 0 0 7 2 】

【数 3】

$$SI(X_{W1}) = \sum_{i=1}^{ISX1} \{I(X_{W1} + i)\}^2 + \sum_{j=1}^{ISX2} \{I(X_{W2} + j)\}^2 \quad \dots (4)$$

【 0 0 7 3 】

【数 4】

$$VI(X_{W1}) = SI(X_{W1}) / (ISX1 + ISX2) - \{\mu I(X_{W1})\}^2 \quad \dots (5)$$

【 0 0 7 4 】

次いで、窓 $W I N 2$ の + X 方向の端点が視野領域 $V X A$ の + X 方向の端点に一致するまで、1次元フィルタ $F X 1$ の X 位置 X_{W1} を + X 方向に 1 画素分ずつ移動させることにより、1次元フィルタ $F X 1$ を + X 方向に走査しながら、1次元フィルタ $F X 1$ の各 X 位置 X_{W1} における窓 $W I N 1$ 内及び窓 $W I N 2$ 内の信号強度分布 $I (X)$ について、平均値 $\mu I (X_{W1})$ 、変動 $S I (X_{W1})$ 、及び分散 $V I (X_{W1})$ を算出する。かかる平均値 $\mu I (X_{W1})$ 、変動 $S I (X_{W1})$ 、及び分散

$V I (X_{W1})$ の算出にあたって、上記の (3) ~ (5) 式を使用することができるのは勿論であるが、平均値 $\mu I (X_{W1})$ 、変動 $S I (X_{W1})$ 、及び分散 $V I (X_{W1})$ と、平均値 $\mu I (X_{W1} + 1)$ 、変動 $S I (X_{W1} + 1)$ 、及び分散 $V I (X_{W1} + 1)$ との間には、次の (6) ~ (8) 式で表される関係がある。

【 0 0 7 5 】

【数 5】

$$\begin{aligned} \mu I(X_{W1}+1) = & \mu I(X_{W1}) + \{[I(X_{W1} + ISX1) - I(X_{W1})] \\ & + [I(X_{W2} + ISX2) - I(X_{W2})]\} / (ISX1 + ISX2) \quad \dots(6) \end{aligned}$$

【 0 0 7 6 】

【数 6】

$$\begin{aligned} SI(X_{W1}+1) = & SI(X_{W1}) + [\{I(X_{W1} + ISX1+1)\}^2 - \{I(X_{W1})\}^2] \\ & + [\{I(X_{W2} + ISX2+1)\}^2 - \{I(X_{W2})\}^2] \quad \dots(7) \end{aligned}$$

【 0 0 7 7 】

【数 7】

$$VI(X_{W1}+1) = SI(X_{W1}+1) / (ISX1 + ISX2) - \{\mu I(X_{W1}+1)\}^2 \quad \dots(8)$$

【 0 0 7 8 】

そこで、本実施形態では、上記の (6) ~ (8) 式を使用することにより、(3) ~ (5) 式を使用する場合と比べて少ない計算量で、平均値 $\mu I (X_{W1})$ 、変動 $S I (X_{W1})$ 、及び分散 $V I (X_{W1})$ ($X_{W1} > X_{S1}$) を算出することにして

【 0 0 7 9 】

そして、1次元フィルタ $F X 1$ の X 位置 X_{W1} が、

$$X_E = L X - I S X 1 - L S X - I S X 2 \quad \dots (9)$$

となり、窓 $W I N 2$ の $+X$ 方向の端点が視野領域 $V X A$ の $+X$ 方向の端点に一致すると、1次元フィルタ $F X 1$ の走査を終了する。

【0080】

こうして得られた1次元フィルタ $F X 1$ の各 X 位置 X_{W1} における平均値 $\mu I (X_{W1})$ 、変動 $S I (X_{W1})$ 、及び分散 $V I (X_{W1})$ ($X_{S1} \leq X_{W1} \leq X_E$) の内、分散 $V I (X_{W1})$ の X 位置 X_{W1} による変化を見てみると、図8に示されるようになる。すなわち、1次元フィルタ $F X 1$ の走査開始時は、例えば窓 $W I N 2$ 内領域は信号強度 $I (X)$ の変化が激しいマーク信号領域であり、分散 $V I (X_{W1})$ が大きなものとなっているが、1次元フィルタ $F X 1$ の走査が進むにつれて窓 $W I N 1$ 内領域及び窓 $W I N 2$ 内領域は、信号強度 $I (X)$ の変化が緩やかな禁止帯信号領域を含むようになる。そして、窓 $W I N 1$ 内領域及び窓 $W I N 2$ 内領域における禁止帯信号領域が占める割合が大きくなるにつれて分散 $V I (X_{W1})$ は減少していき、窓 $W I N 1$ 内領域及び窓 $W I N 2$ 内領域が禁止帯信号領域に一致すると、分散 $V I (X_{W1})$ は最小値 $V I_0$ となる。さらに1次元フィルタ $F X 1$ の走査が進むと、窓 $W I N 1$ 内領域及び窓 $W I N 2$ 内領域における禁止帯信号領域の占める割合が小さくなるにつれて、分散 $V I (X_{W1})$ は増加していくことになる。

【0081】

これに応じて、領域演算装置 33 は、算出した分散 $V I (X_{W1})$ ($X_{S1} \leq X_{W1} \leq X_E$) から、最小値 $V I_0$ となる X 値 X_{W0} を検出することにより、視野領域 $V A X$ 内における禁止帯信号領域の位置、ひいてはマーク信号領域の位置を抽出する。すなわち、 X 値 X_{W0} と上述の未知の値 $E S X 1$ との間には、

$$X_{W0} = X_{S1} + E S X 1 = X_0 + E S X 1 \quad \dots (10)$$

という関係があるので、領域演算装置 33 は、(10) 式に基づいて、値 $E X 1$ を求める。これにより、マーク信号領域が、 X 位置 $X_1 (= E S X 1 + I S X 1)$ と X 位置 $X_2 (= E S X 1 + I S X 1 + L S X)$ との間の領域であることが分かる。そして、領域演算装置 33 は、 X 位置 X_1 及び X 位置 X_2 、並びに信号強度

I (X) ($X_1 \leq X \leq X_2$) を領域情報格納領域 4 2 に格納する。

【0 0 8 2】

次いで、領域演算装置 3 3 は、

$$\mu I_0 = \mu I (X_{W0}) \quad \dots (11)$$

$$\sigma I_0 = \{V I (X_{W0})\}^{1/2} \quad \dots (12)$$

を求める。(11) 式で表される値 μI_0 は、理想的には一定値の信号強度が得られる禁止帯信号領域における計測された信号強度 I (X) の平均値であり、また、(12) 式で表される値 σI_0 は、禁止帯信号領域における計測された信号強度 I (X) の標準偏差である。すなわち、値 μI_0 は、上述のステップ 2 0 2 の撮像結果における正規化情報を含んだものであり、また、値 σI_0 は撮像結果のノイズレベルの情報を含んだものとなっている。そして、領域演算装置 3 3 は、値 μI_0 及び値 σI_0 を領域情報格納領域 4 2 に格納する。こうして、マーク信号領域の抽出を終了する。

【0 0 8 3】

図 5 に戻り、次に、ステップ 2 0 4 において、制御装置 3 9 からの指示に応じて、位置算出装置 3 5 が、領域情報格納領域 4 2 から X 位置 X_1 、X 位置 X_2 、信号強度 I (X) ($X_1 \leq X \leq X_2$)、値 μI_0 、及び値 σI_0 を読み出し、予め求められた信号強度 I (X) に関するテンプレートパターンと信号強度 I (X) ($X_1 \leq X \leq X_2$) とをパターンマッチングし、マーク MX (i_1, j_1) の X 位置を求める。かかるパターンマッチングは、正規化されたテンプレートパターンと、値 μI_0 によって正規化された信号強度 I (X) との位置関係を変化させながら、値 σI_0 から推定されるノイズレベルを考慮しつつ、マーク信号領域 ($X_1 \leq X \leq X_2$) 内において、双方のパターンの一致度（相関係数の値）を算出することにより行われる。そして、一致度の最も高い相対位置関係を求め、その相対位置関係からマーク MX (i_1, j_1) の X 位置が求められる。位置算出装置 3 5 は、求められたマーク MX (i_1, j_1) の X 位置は、位置データ格納領域 4 3 に格納する。

【0 0 8 4】

次に、ステップ 2 0 5 において選択された全てのマークについてマーク情報の

算出を完了したか否かが判定される。以上では、1 個のマーク $MX(i_1, j_1)$ のみについてマーク情報、すなわちマーク $MX(i_1, j_1)$ の X 位置の算出が完了したのみなので、ステップ 2 0 5 においての判定は否定的なものとなり、ステップ 2 0 6 に処理が移行する。

【0 0 8 5】

ステップ 2 0 6 では、制御装置 3 9 が、次のマークがアライメント顕微鏡 A S の撮像視野に入る位置にウエハ W を移動させる。かかるウエハ W の移動は、制御装置 3 9 が、プリアライメント結果に基づいて、ステージ制御系 1 0 を介してウエハ駆動装置 2 4 を制御し、ウエハステージ W S T を移動させることにより行われる。

【0 0 8 6】

以後、ステップ 2 0 5 において、選択された全てのマークについてマーク情報が算出されたと判定されるまで、上述のマーク $MX(i_1, j_1)$ の場合と同様に、マーク $MX(i_m, j_m)$ ($m=2 \sim M$) の X 位置、及びマーク $MY(i_n, j_n)$ ($n=1 \sim N$) の Y 位置が算出される。こうして、選択された全てのマークのマーク情報が算出され、位置情報格納領域 4 3 に格納され、ステップ 2 0 5 において肯定的な判定がなされると、処理がステップ 2 0 7 に移行する。

【0 0 8 7】

ステップ 2 0 7 では、制御装置 3 9 が、位置情報格納領域 4 3 から、マーク $MX(i_m, j_m)$ ($m=1 \sim M$) の X 位置、及びマーク $MY(i_n, j_n)$ ($n=1 \sim N$) の Y 位置を読み出す。そして、読み出されたマーク $MX(i_m, j_m)$ の X 位置及びマーク $MY(i_n, j_n)$ Y 位置に基づいて、例えば特開昭 6 1 - 4 4 4 2 9 号公報に開示される統計演算によりウエハ W 上のショット領域 S A の配列座標を算出するためのパラメータ（誤差パラメータ）値を算出する。。

【0 0 8 8】

以後、制御装置 3 9 の制御の下で、上記の算出されたパラメータ値を用いて求められたショット領域配列を使用しつつ、レチクル R におけるスリット状の照明領域（中心は光軸 A X とほぼ一致）を照明光 I L により照明した状態で、ウエハ W とレチクル R とを走査方向（Y 方向）に沿って互いに逆向きに、投影倍率に応

じた速度比で同期移動させる。これにより、レチクル R のパターン領域のパターンがウエハ W 上のショット領域上に縮小転写される。

【 0 0 8 9 】

以上のように、本実施形態の露光装置 1 0 0 では、マーク M X, M Y それぞれについて、各マーク M X, M Y を含むウエハ W 上の領域を計測した後、マーク M X, M Y の周囲の計測されたパターン禁止帯に着目し、禁止帯信号領域の大きさと一致する窓 W I N 1, W I N 2 内の信号強度の分散が最小となる 1 次元フィルタ F X 1 の位置を求めることによりマーク信号領域を抽出する。この結果、マーク信号領域が視野領域 V X A 内のどの位置にあるかを、精度良く、かつ迅速に知ることができる。そして、得られたマーク信号領域内でパターンマッチングを行うことにより、迅速かつ精度良くマーク M X, M Y のウエハ W における位置を精度良く検出することができる。

【 0 0 9 0 】

また、位置合わせマーク M X, M Y の位置検出にあたって、撮像データに関するエッジ検出、2 値化、ピーク検出等が不要になり、ノイズロバスト性が高く、精度の良い位置検出が可能になる。

【 0 0 9 1 】

また、精度良く検出された位置合わせマーク M X, M Y の位置に基づいて、ウエハ W の位置合わせを行うので、精度の良い位置合わせが可能となる。

【 0 0 9 2 】

また、精度良くウエハ W を位置合わせしつつ露光を行うので、レチクル R のパターン領域のパターンがウエハ W 上のショット領域上に精度良く転写することが可能となる。

【 0 0 9 3 】

なお、上記の実施形態では、マーク信号領域の両側にある禁止帯信号領域に応じて 2 つの窓 W I N 1, W I N 2 を設けたが、窓を 1 つとすることも可能である。かかる場合には、1 つの窓を視野領域 V X A 内で走査し、窓内における信号強度の分散を実施例と同様にして求めると、マーク信号領域の両側にある禁止帯信号領域に応じて、分散が極小となる窓位置（1 次元フィルタの位置）が 2 箇所観

測されることになる。こうして、観測された 2 つの窓位置からマーク信号領域を抽出することができる。

【0094】

さらに、上記の実施形態のように、禁止帯信号領域における信号強度値が最大かつほぼ一定となる場合には、(3) 式及び (6) 式で算出される平均値 $\mu I (X_{W1})$ が最大となる 1 次元フィルタの位置を求めても、マーク信号領域の抽出をすることができる。

【0095】

また、上記の実施形態では、マーク信号領域の抽出のために、撮像の結果から直接的に得られる光強度信号 $I (X)$ を使用したが、図 9 (A) に示される光強度信号 $I (X)$ の 1 階位置微分信号 $d I (X) / d X$ を使用することも可能である。この場合には、禁止帯信号領域では信号レベルがほぼゼロレベルとなり、マーク信号領域では信号レベルが正負に大きく変化する。すなわち、禁止帯信号領域における信号レベルの変化が緩やかであり、マーク信号領域では信号レベルの変化が激しいことは、上記の実施形態と同様である。このため、上記の実施形態と同様の 1 次元フィルタ $F X 1$ を用意して視野領域 $V X A$ 内を走査しつつ、上記の実施形態と同様にして、窓 $W I N 1$, $W I N 2$ 内における 1 階位置微分信号 $d I (X) / d X$ の分散 $V_1 (X_{W1})$ を算出すると、分散 $V_1 (X_{W1})$ は図 9 (B) に示される通りの分布となる。したがって、図 9 (B) において分散 $V_1 (X_{W1})$ が最小となる 1 次元フィルタ $F X 1$ の X 位置 X_{W0} を求めることにより、上記の実施形態と同様にマーク信号領域の抽出結果を得ることができる。

【0096】

さらに、光強度信号 $I (X)$ の h 階位置微分信号 ($h \geq 2$) を使用しても、禁止帯信号領域における信号レベルの変化が緩やかであり、マーク信号領域では信号レベルの変化が激しくなる。したがって、光強度信号 $I (X)$ の h 階位置微分信号を使用した場合にも、上記の実施形態と同様にして、マーク信号領域の抽出をすることができる。

【0097】

なお、光強度信号 $I (X)$ の k 階位置微分信号 ($k \geq 1$) を使用した場合にお

いて、上述の (1 1) 式及び (1 2) 式に対応して求められる、分散が最小なる位置における窓内の信号強度の平均値及び標準偏差は、共に k 階位置微分信号に重畳しているノイズレベルを反映した値となっている。

【0 0 9 8】

また、上記の実施形態では、信号強度の変化が緩やかな禁止帯信号領域に着目し、禁止帯信号領域に応じた窓を有する 1 次元フィルタ $F X 1$ を使用したが、激しい信号強度変化が幅 $L S X$ にわたって継続するマーク信号領域に着目して、マーク信号領域を抽出することも可能である。かかる場合には、図 1 0 (A) に示されるような、幅 $L S X$ の窓 $W I N$ を有する 1 次元フィルタ $F X 2$ を用意する。そして、1 次元フィルタ $F X 2$ で視野領域 $V X A$ 内を走査しつつ、上記の実施形態と同様にして、窓 $W I N$ 内における信号強度 $I (X)$ の分散 $V I (X_w)$ を算出する。こうして求められた分散 $V I (X_w)$ は、図 1 0 (B) に示されるように、窓 $W I N$ 内領域がマーク信号領域と一致したときに最大となる。したがって、図 1 0 (B) において、分散 $V I (X_w)$ が最大となる 1 次元フィルタ $F X 2$ の位置 $X_{w0} (= X_1)$ を求めることにより、マーク信号領域の抽出をすることができる。

【0 0 9 9】

なお、この場合には、窓 $W I N$ 内の信号強度の平均値 $\mu I (X_w)$ 、変動 $S I (X_w)$ 、及び分散 $V I (X_w)$ の算出にあたっては、上記の実施形態における (3) ~ (8) 式に代えて、次の (1 3) ~ (1 8) を使用する。

【0 1 0 0】

【数 8】

$$\mu I(X_w) = \left\{ \sum_{i=1}^{LSX} I(X_w + i) \right\} / LSX \quad \dots (1 3)$$

【0 1 0 1】

【数 9】

$$SI(X_w) = \sum_{i=1}^{LSX} \{I(X_w + i)\}^2 \quad \dots(14)$$

【0 1 0 2】

【数 1 0】

$$VI(X_w) = SI(X_w) / LSX - \{\mu I(X_w)\}^2 \quad \dots(15)$$

【0 1 0 3】

【数 1 1】

$$\mu I(X_w + 1) = \mu I(X_w) + \{I(X_w + LSX + 1) - I(X_w)\} / LSX \quad \dots(16)$$

【0 1 0 4】

【数 1 2】

$$SI(X_w + 1) = SI(X_w) + [\{I(X_w + LSX + 1)\}^2 - \{I(X_w)\}^2] \quad \dots(17)$$

【0 1 0 5】

【数 1 3】

$$VI(X_w + 1) = SI(X_w + 1) / LSX - \{\mu I(X_w + 1)\}^2 \quad \dots(18)$$

【0 1 0 6】

また、後のマーク位置の算出において利用可能な、正規化情報やノイズレベル情報を得るためには、マーク信号領域の抽出後に、マーク信号領域の両側にある禁止帯信号領域を特定し、禁止帯信号領域における信号強度の平均値と分散とを算出することが必要となる。

【0 1 0 7】

なお、上記のような 1 次元フィルタ F_X を使用する場合においても、光強度信号 $I(X)$ の k 階位置微分信号 ($k \geq 1$) を使用することができる。

【0 1 0 8】

また、上記の実施形態では、マークとして図 2 (B) に示されるようなラインアンドスペースパターンの 1 次元マークを使用したが、例えば、図 1 1 (A) に示されるような、X 位置検出用のマーク M_X1 、Y 位置検出用のマーク M_Y 、及び X 位置検出用のマーク M_X2 が X 方向に順次並べられた複合マークである 2 次元位置検出用のマークを使用することも可能である。かかる 2 次元位置検出用のマークは、例えば特開平 6 - 2 7 5 4 9 6 号公報に開示される、統計演算によるウエハ W 上のショット領域 S A の配列座標及びショット領域 S A 内座標の算出に好適に使用される。

【0 1 0 9】

図 1 1 (A) に示される 2 次元マークについても、X 位置及び Y 位置の検出にあたって、上記の実施形態と同様にして、禁止帯信号領域又はマーク信号領域に着目してマーク信号領域を抽出することが可能であるが、X 方向に関するマーク信号領域の抽出にあたっては、マーク M_Y に応じた幅 V_{SY} のマーク信号領域に着目してマーク信号領域を抽出することが可能である。すなわち、走査線 $SL_1 \sim SL_{50}$ それぞれについて考えてみると、マーク M_Y に応じたマーク信号領域では、図 1 1 (B) において走査線 SL_1 について代表的に示されるように、スペース部の信号強度がほぼ一定値で連続するか、又は、図 1 1 (C) において走査線 SL_j について代表的に示されるように、ライン部の信号強度がほぼ一定値で連続するかのいずれかである。したがって、走査線 $SL_1 \sim SL_{50}$ における各 X 位置の信号強度の平均値を求めると、図 1 1 (D) に示されるように、マーク M

Y に応じた幅 V S Y のマーク信号領域では、スペース部の信号強度とライン部の信号強度との間の信号強度の値がほぼ一定値で連続することになる。このように、長い幅で信号強度がほぼ一定値となる領域は、視野領域 V X A 内には通常存在しない。

【0 1 1 0】

そこで、図 1 2 (A) に示されるような、幅 V S Y の窓 W I N を有する 1 次元フィルタ F X 3 を用意して視野領域 V X A 内を走査しつつ、上記の実施形態と同様にして、分散 V I (X_W) を算出する。こうして求められた分散 V I (X_W) は、図 1 2 (B) に示されるように、窓 W I N 内領域がマーク M Y に応じたマーク信号領域と一致したときに最小となる。したがって、図 1 2 (B) において、分散 V I (X_W) が最小となる 1 次元フィルタ F X 3 の位置 X_{W0} を求めることにより、マーク信号領域の抽出をすることができる。

【0 1 1 1】

なお、上記のような 1 次元フィルタ F X 2 を使用する場合には、光強度信号 I (X) の k 階位置微分信号 ($k \geq 1$) を使用することができる。

【0 1 1 2】

また、他の形状のマークについても本発明が適用できるには勿論である。

【0 1 1 3】

また、上記の実施形態では、ストリートライン上に形成されたマークを使用した。が、マークはストリートライン上に形成されていることを要しない。さらに、ストリートライン自体をマークとして取り扱い、ショット領域の配列座標を算出することもできる。

【0 1 1 4】

また、上記の実施形態では、窓の走査を、1 画素ずつ所定方向へ移動することにより行ったが、複数画素ずつ所定方向へ移動することにしてもよい。

【0 1 1 5】

また、上記の実施形態では、アライメント方式を、投影光学系を介することなく直接ウエハ上のアライメントマークの位置を計測するオフアクシス方式としたが、投影光学系を介してウエハ上のアライメントマークの位置を計測する T T L

(スルー・ザ・レンズ)方式や、投影光学系を介してウエハとレチクルとを同時に観察する T T R (スルー・ザ・レチクル)方式を採用することも可能である。なお、T T R方式の場合には、サンプルアライメントでは、観察時において、レチクルに形成されたレチクルマークとウエハに形成されたウエハマークとのずれが零となるときのウエハマークの位置検出する。

【0 1 1 6】

また、上記の実施形態では、各ショット領域の座標を算出したが、各ショットのステップピッチを算出してもよい。

【0 1 1 7】

また、上記の実施形態では、走査型露光装置の場合を説明したが、本発明は、紫外線を光源にする縮小投影露光装置、波長 1 0 n m 前後の軟 X 線を光源にする縮小投影露光装置、波長 1 n m 前後を光源にする X 線露光装置、E B (電子ビーム) やイオンビームによる露光装置などあらゆるウエハ露光装置、液晶露光装置等に適応できる。また、ステップ・アンド・リピート機、ステップ・アンド・スキャン機、ステップ・アンド・ステッチング機を問わない。

【0 1 1 8】

また、上記の実施形態では、露光装置におけるウエハ上の位置合わせマークの位置検出及びウエハの位置合わせの場合を説明したが、本発明を適用したマーク検出、位置検出、及び位置合わせは、レチクル上の位置合わせマークのマーク検出、位置検出、及びレチクルの位置合わせに用いることもでき、更に、露光装置以外の装置、例えば顕微鏡等を使用した物体の観察装置、工場の組み立てライン、加工ライン、検査ラインにおける対象物の位置決め装置等における物体の位置検出やその物体の位置合わせや、対象物に貼付されたバーコードの読み取りにも利用可能である。

【0 1 1 9】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のマーク検出方法によれば、所定方向においてマークを含む被検体の領域を計測した後、該マークを反映した計測結果を有する領域を抽出し、抽出されたマーク信号領域に基づいて、マーク信号領域についての

み信号処理を行うので、マーク信号領域以外の領域に関する信号パターンをマークによる信号パターンと誤認識を防止しつつ、迅速にマーク位置を検出することができる。

【0 1 2 0】

また、本発明のマーク検出装置によれば、本発明のマーク検出方法を使用してマーク信号領域を抽出するので、精度良く、かつ迅速にマーク位置の検出をすることができる。

【0 1 2 1】

また、本発明の露光方法によれば、本発明のマーク検出方法を使用して、基板に形成された第 2 の数の位置合わせマークを反映した信号領域を抽出後、該マークの位置を高精度かつ迅速に検出し、その検出結果に基づいて基板の位置合わせを行いつつ、区画領域にパターンを転写するので、所定のパターンを精度良くかつ迅速に区画領域に転写することができる。

【0 1 2 2】

また、本発明の露光装置によれば、本発明のマーク検出装置によって、位置合わせマークを反映した信号領域を精度良くかつ迅速に抽出した後、位置合わせマークの位置を精度良くかつ迅速に検出することができるので、精度及びスループットを向上して、所定のパターンを基板上の区画領域に転写することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

一実施形態の露光装置の概略構成を示す図である。

【図 2】

図 2 (A) 及び図 2 (B) は、位置合わせマークの例を説明するための図である。

【図 3】

図 3 (A) ～図 3 (C) は、図 2 (B) の位置合わせマークの撮像結果を説明するための図である。

【図 4】

主制御系の概略構成を示す図である。

【図 5】

マークの位置検出動作を説明するためのフローチャートである。

【図 6】

図 6 (A) 及び図 6 (B) は、一実施形態における位置合わせマークの撮像結果を説明するための図である。

【図 7】

一実施形態における 1 次元フィルタを説明するための概念図である。

【図 8】

図 7 の 1 次元フィルタの窓内の信号強度の分布を示すグラフである。

【図 9】

図 9 (A) 及び図 9 (B) は、微分波形を使用した変形例を説明するための図である。

【図 1 0】

図 1 0 (A) 及び図 1 0 (B) は、マーク信号領域に応じた窓を有する 1 次元フィルタを使用した変形例を説明するための図である。

【図 1 1】

図 1 1 (A) ～図 1 1 (D) は、2 次元マークを使用した変形例を説明するための図（その 1）である。

【図 1 2】

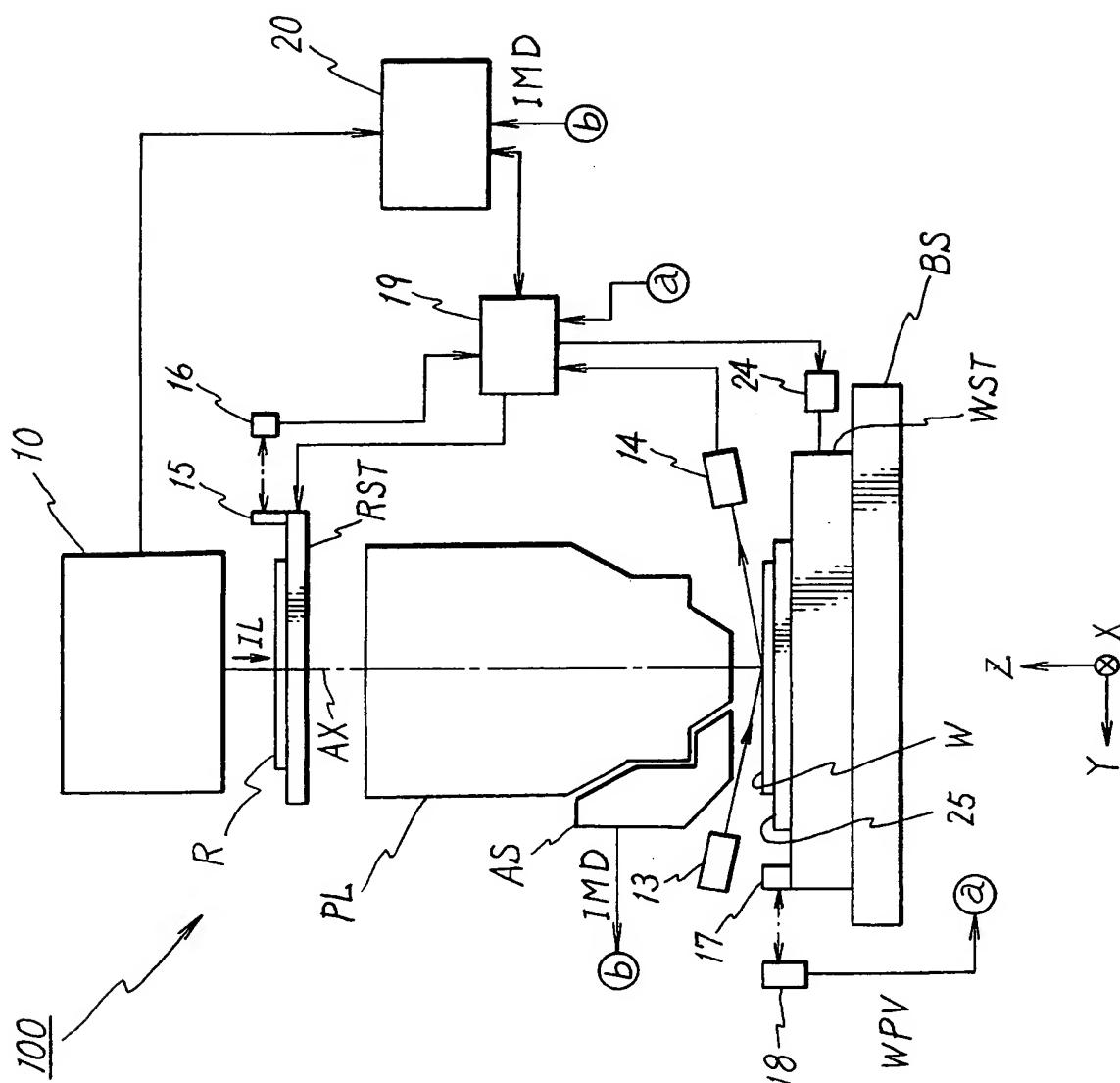
図 1 2 (A) 及び図 1 2 (B) は、2 次元マークを使用した変形例を説明するための図（その 2）である。

【符号の説明】

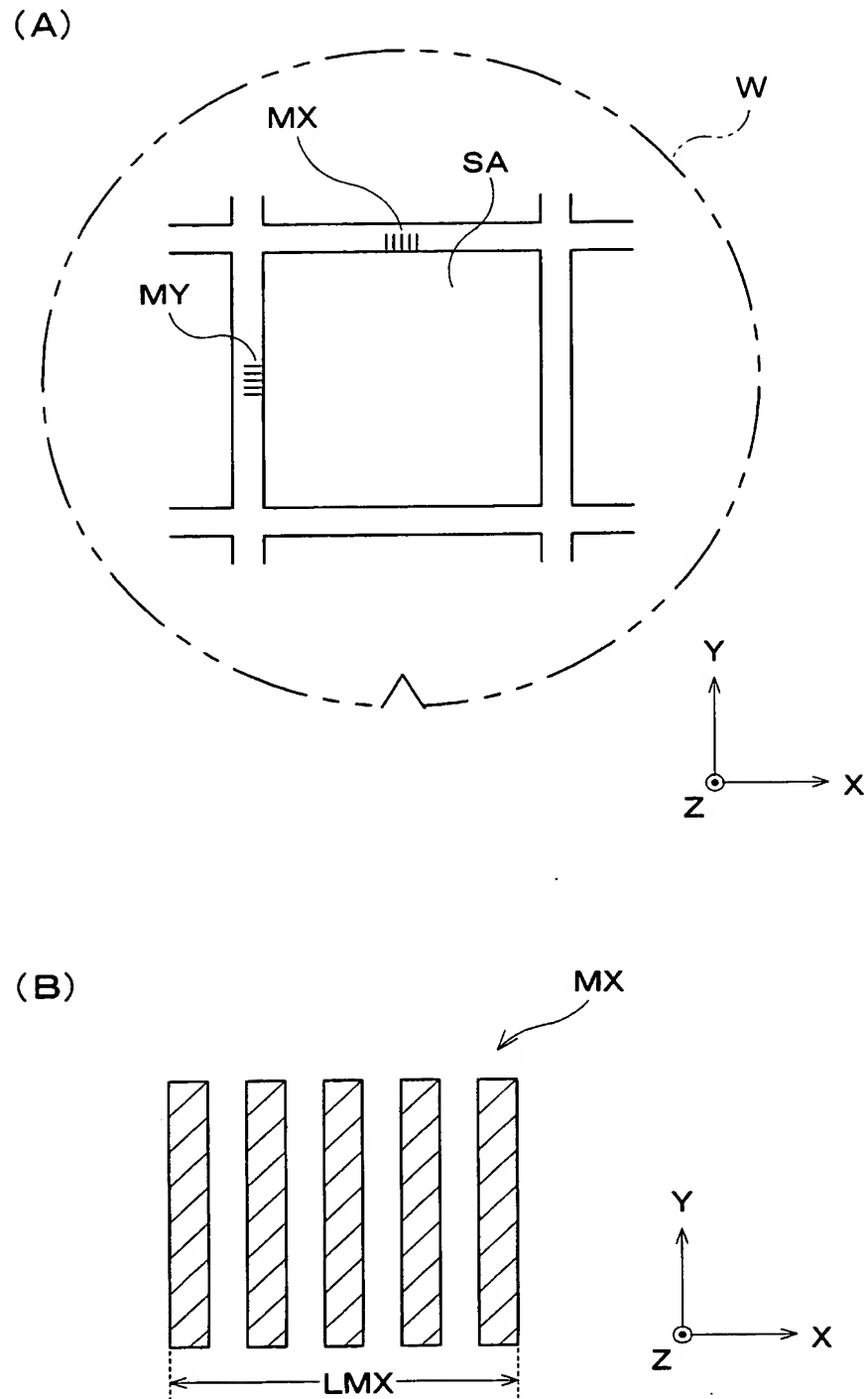
3 1…撮像データ収集装置（計測装置の一部）、3 3…領域算出装置（第 1 演算装置）、3 5…位置算出装置（第 2 演算装置）、3 7…マーク検出装置、A S…アライメント顕微鏡（撮像装置、計測装置の一部）、M X, M Y…マーク、W…ウエハ（被検体、基板）、W I N, W I N 1, W I N 2…窓、W S T…ウエハステージ（ステージ装置）。

【書類名】 図面

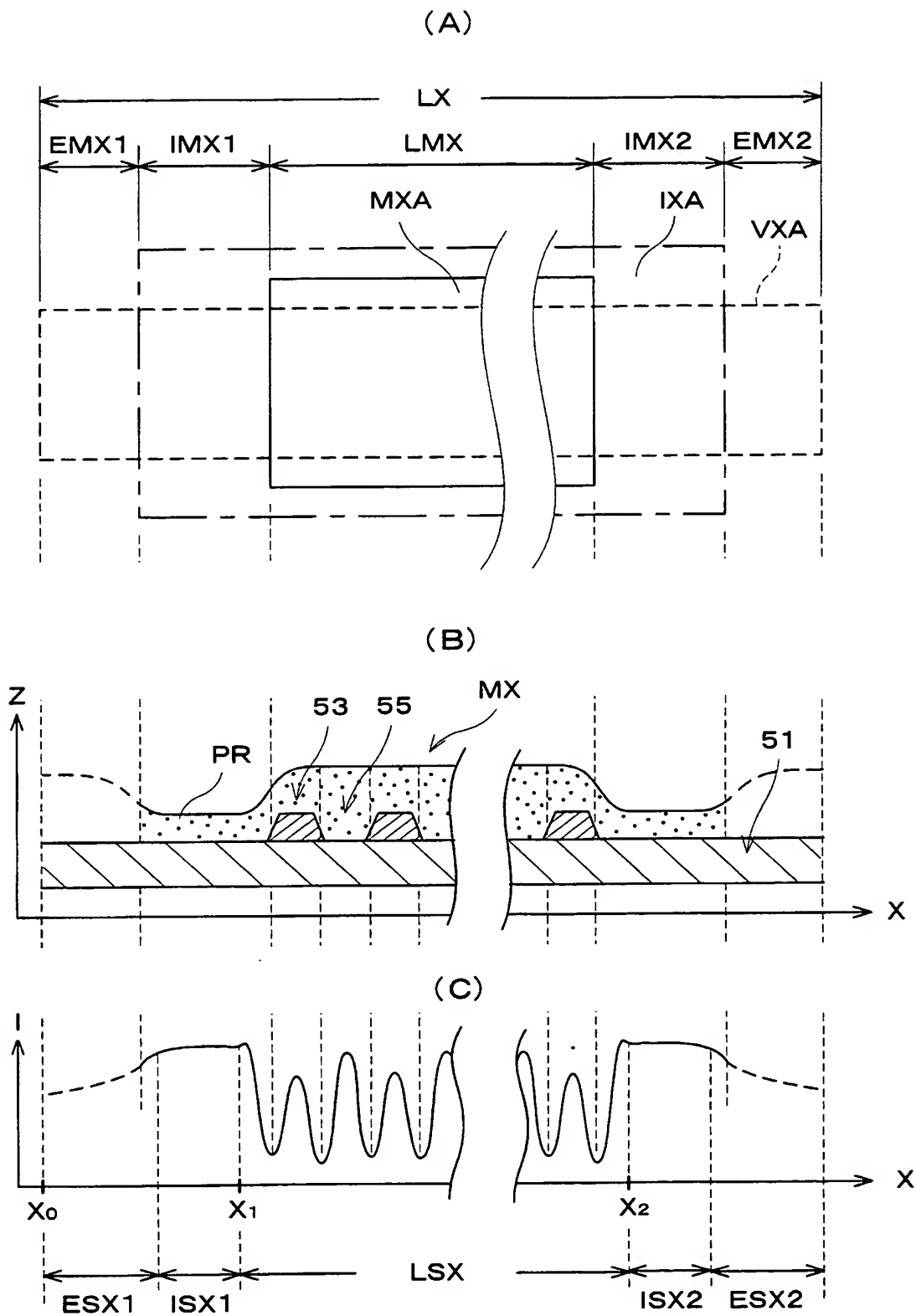
【図 1】



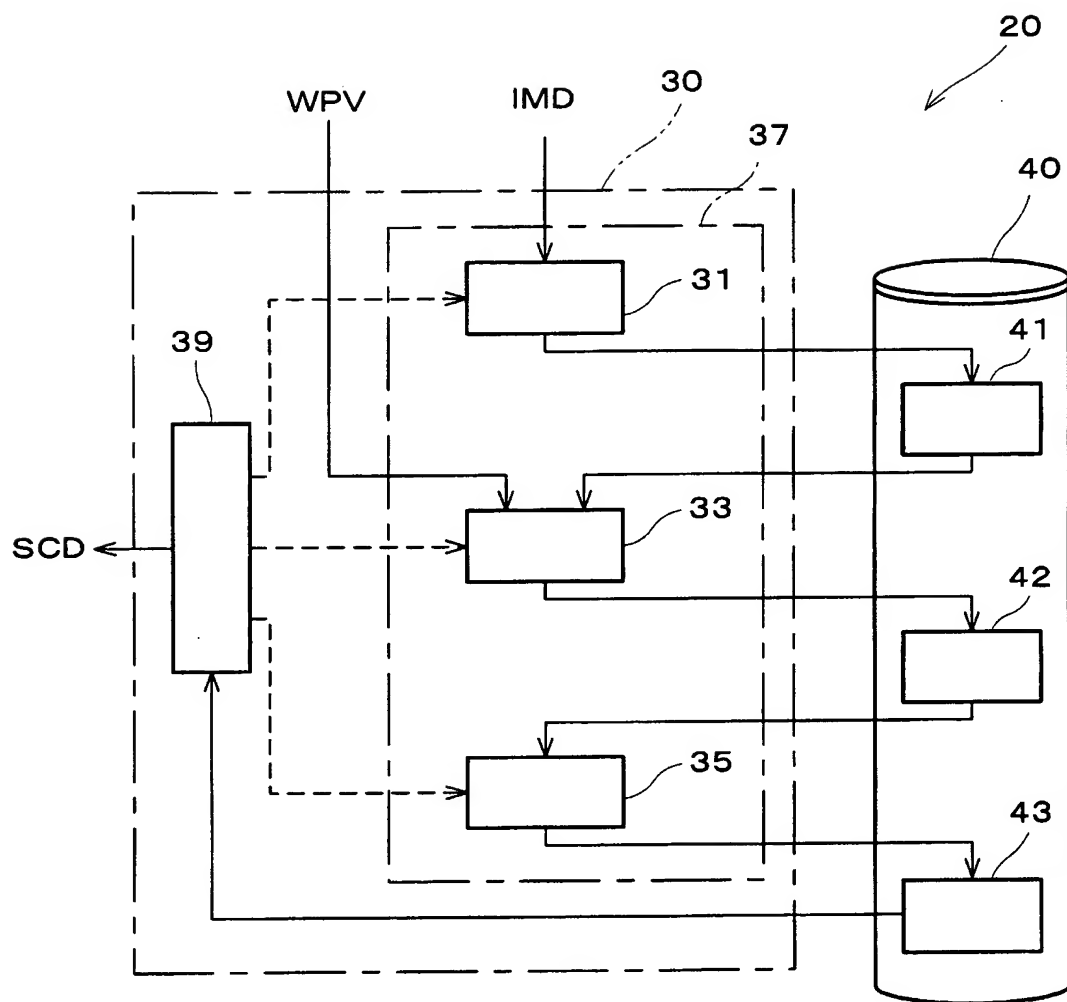
【図 2】



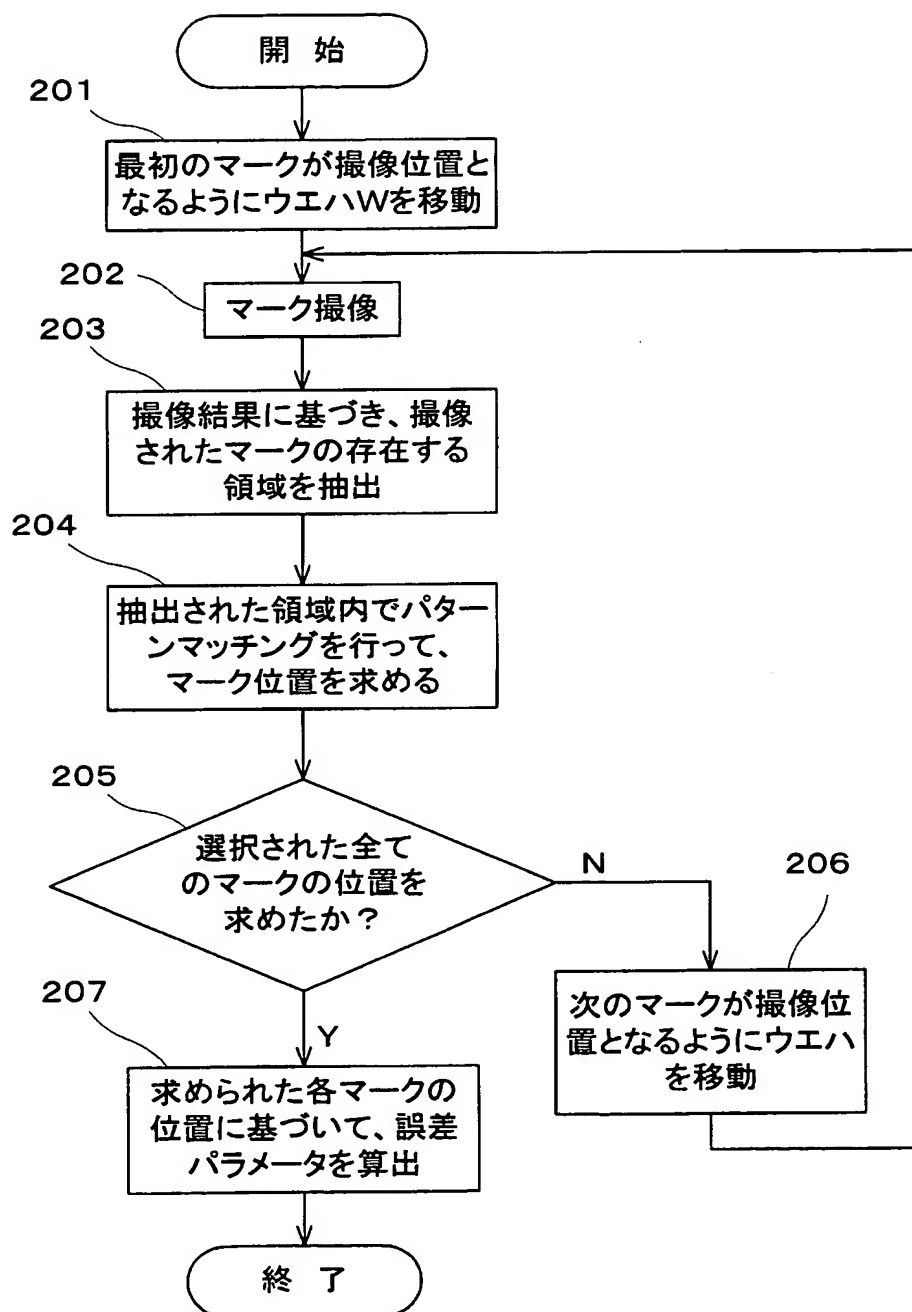
【図 3】



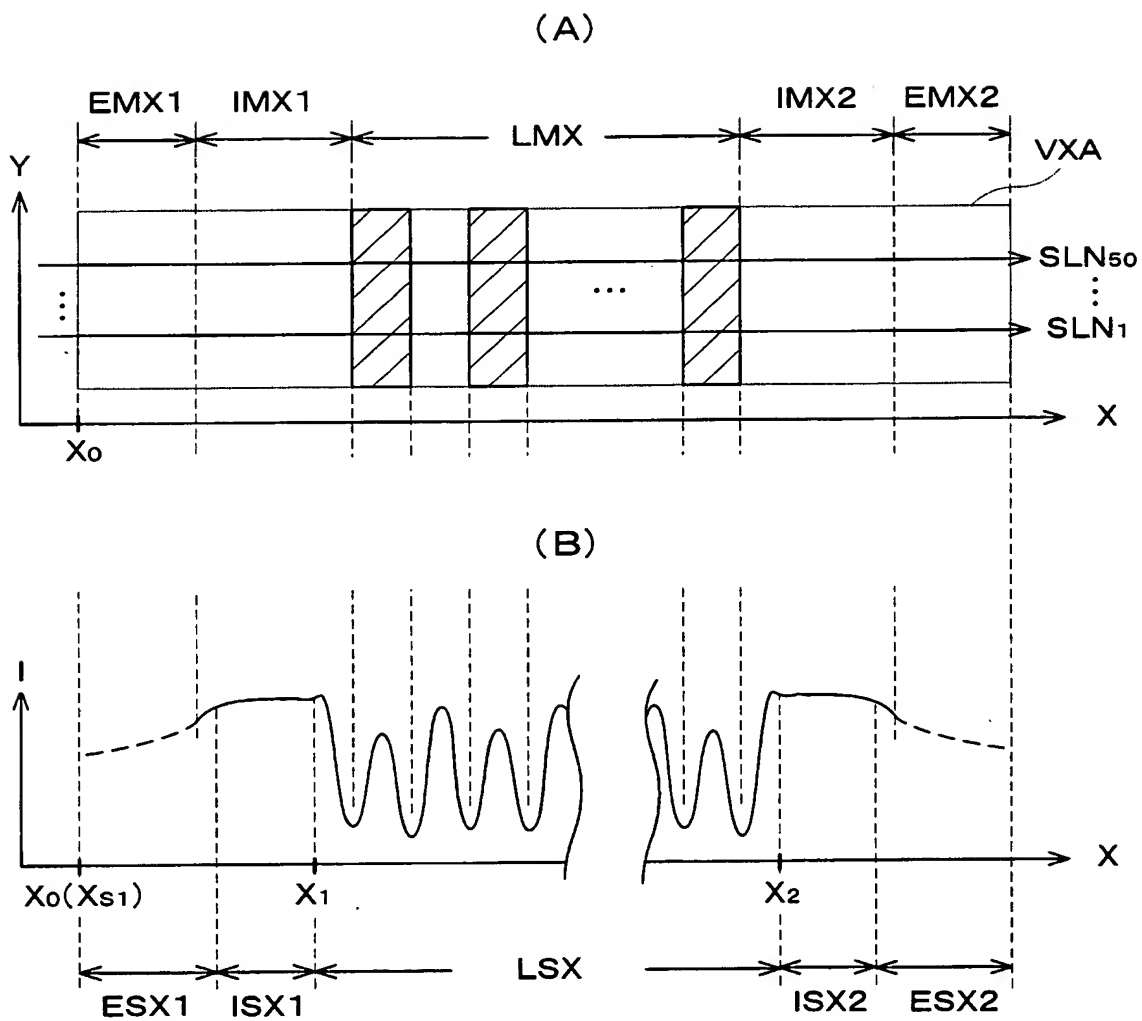
【図 4】



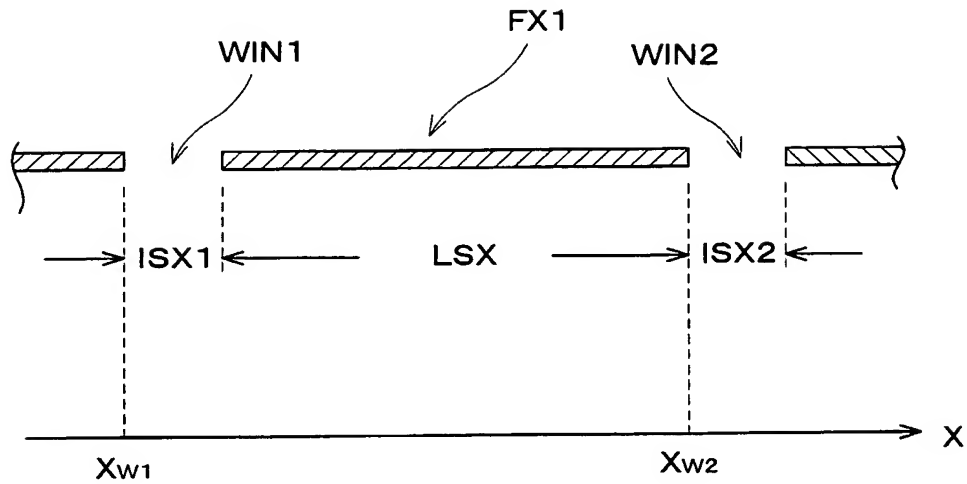
【図 5】



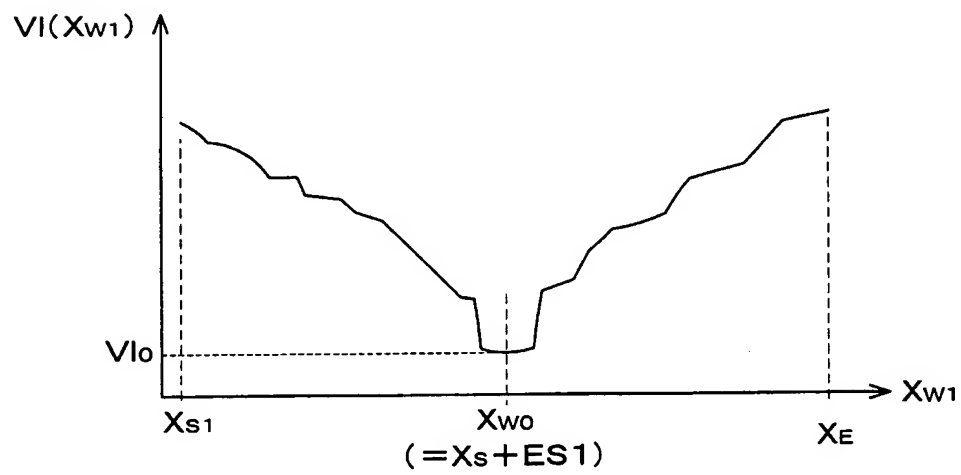
【図 6】



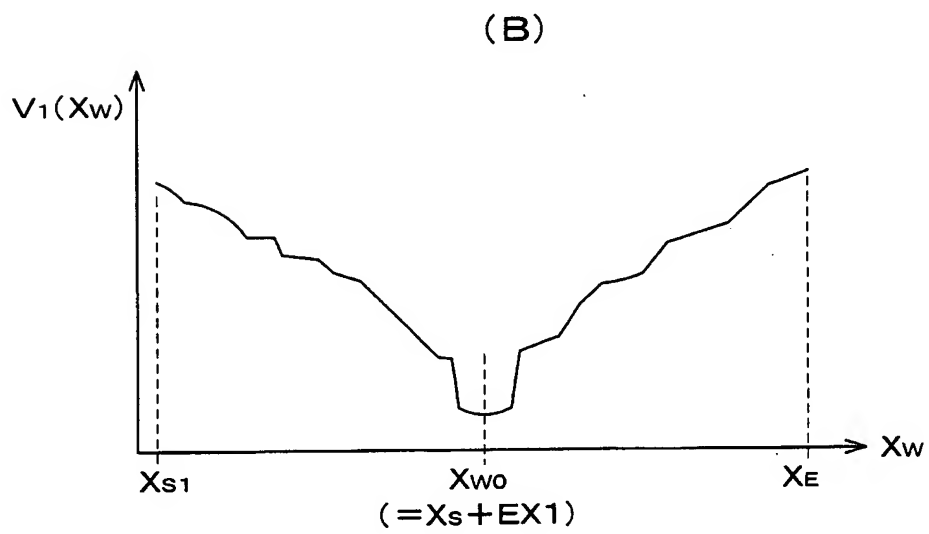
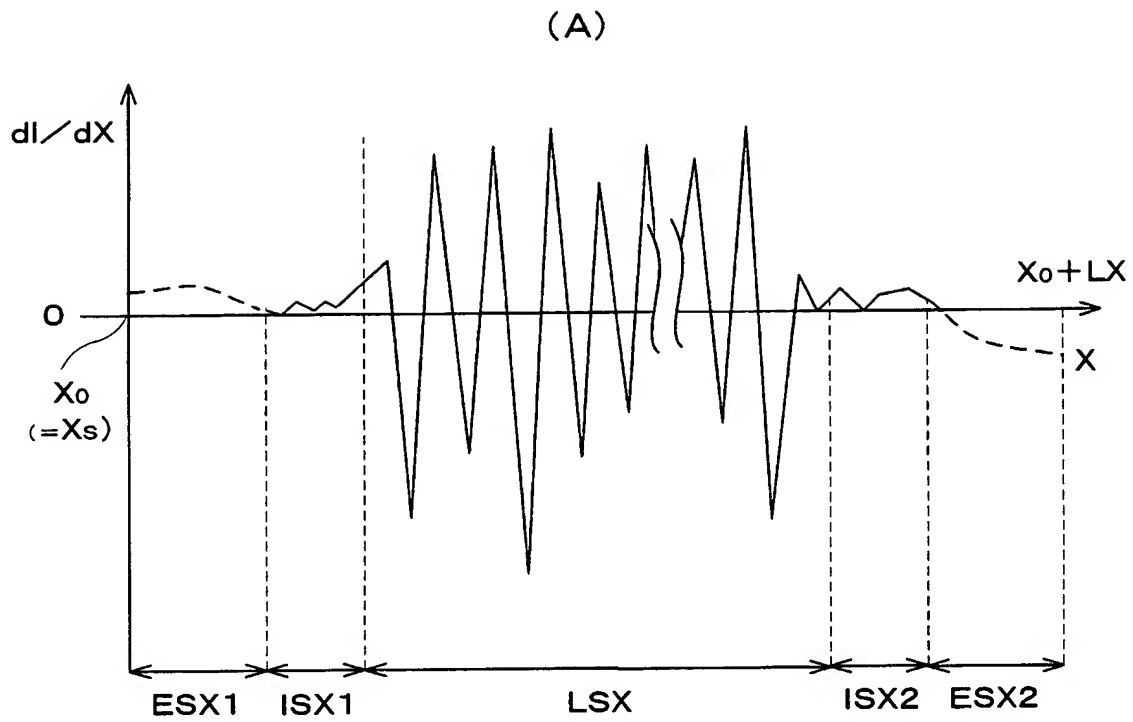
【図 7】



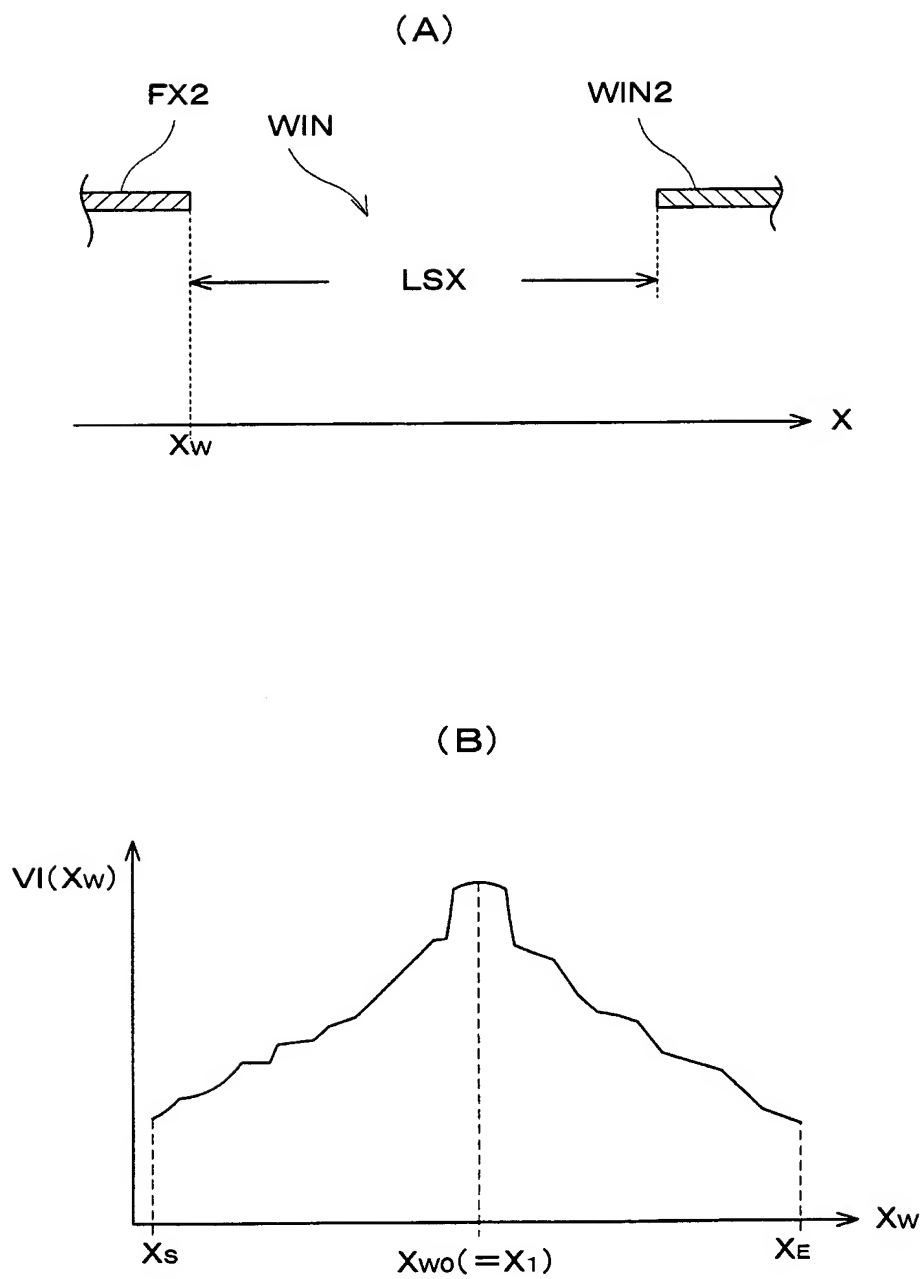
【図 8】



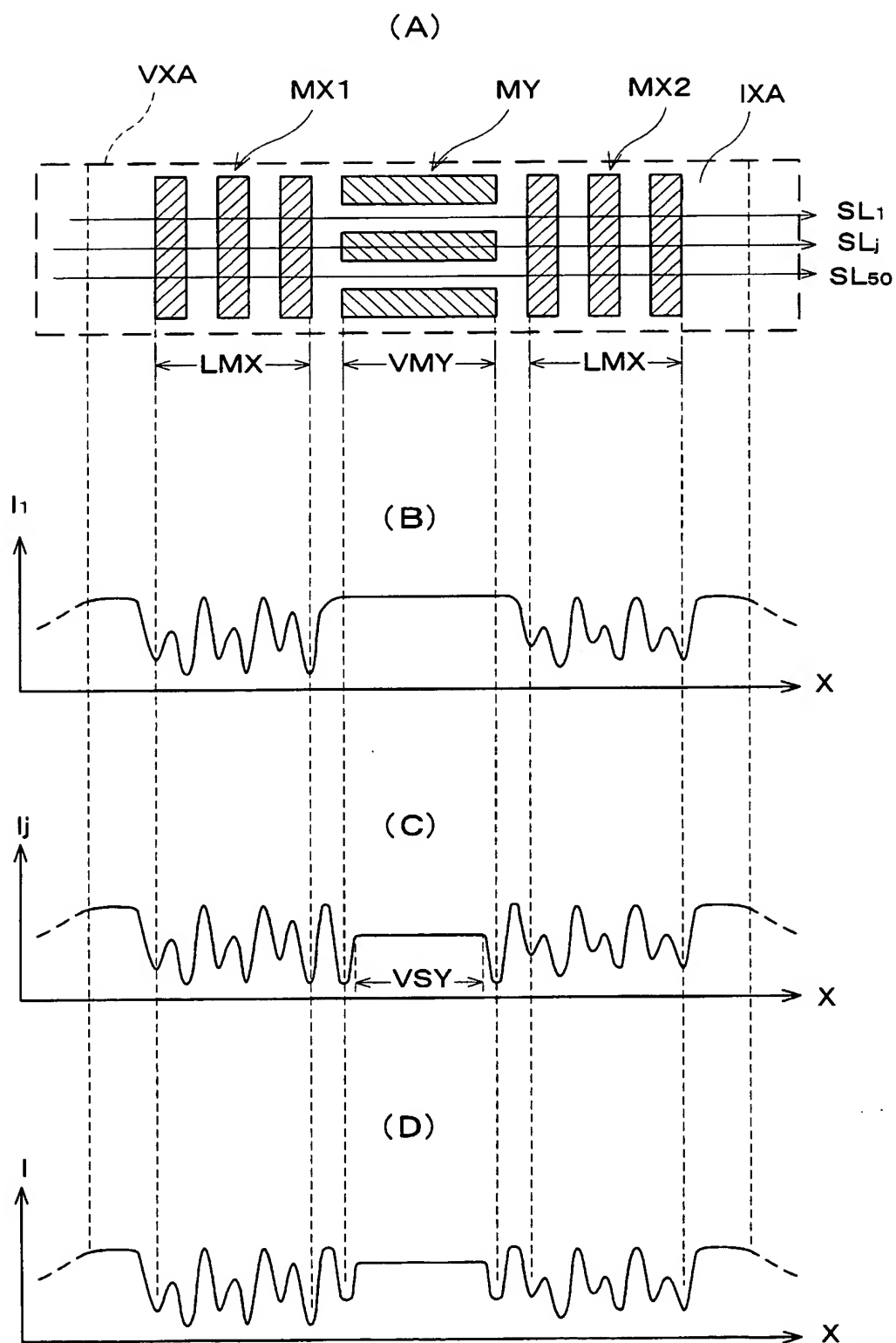
【図 9】



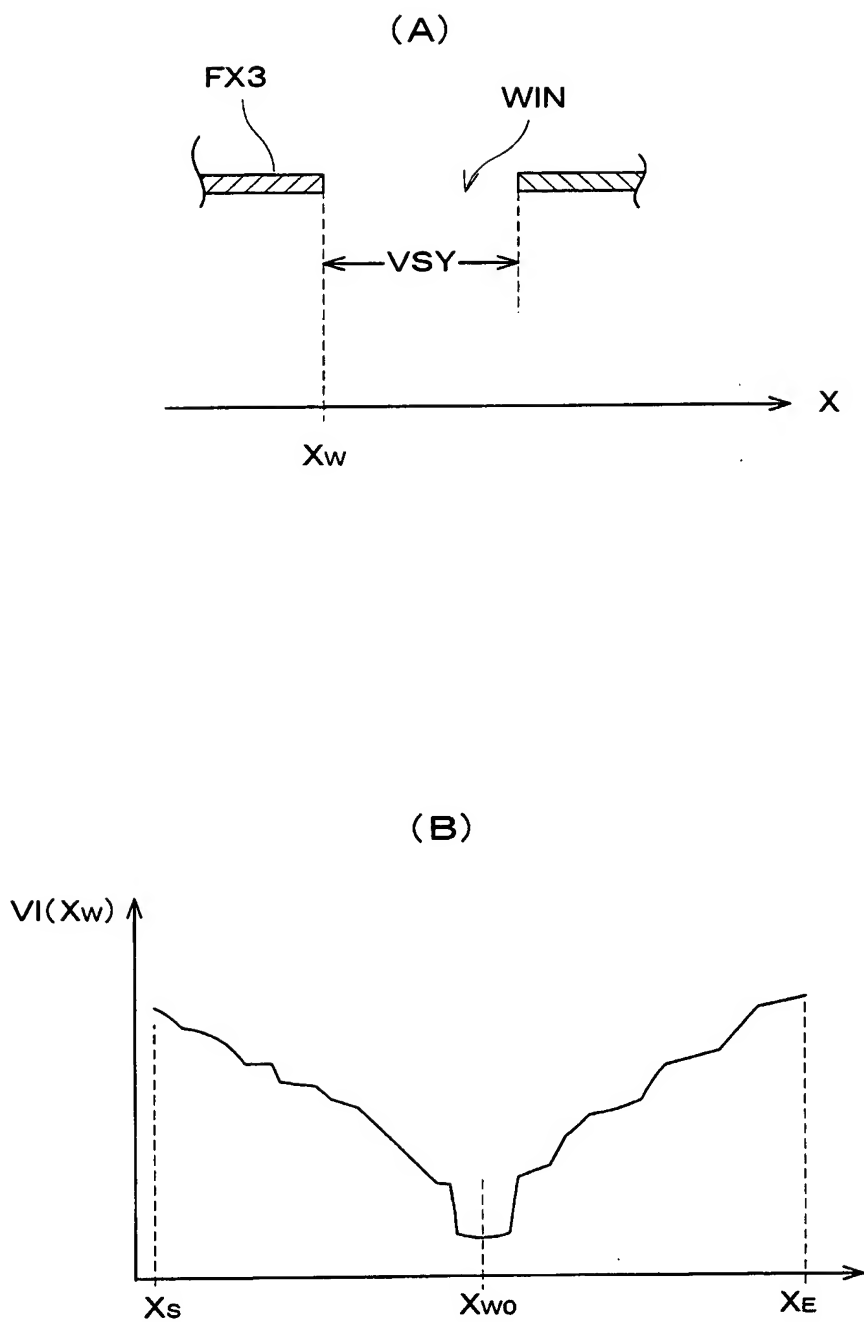
【図 1 0】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被検体に形成されたマークの位置を精度良くかつ迅速に検出する。

【解決手段】 領域算出装置 3 3 が、マーク形成領域又はその周囲領域における特徴的な表面状態を有する特定領域に着目し、該特定領域に応じた幅の窓を計測領域の全域にわたって走査しつつ、窓内の計測信号に基づいて特徴量を算出する。そして、算出された特徴量の位置分布に基づいて特定領域に応じた計測信号領域の位置を特定することにより、マークに応じた計測信号領域を抽出する。その抽出された信号領域内において、位置算出装置 3 5 が、パターンマッチング等の演算を行うことにより、マーク位置が精度良くかつ迅速に検出される。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	平成 1 1 年 特許願 第 1 8 2 8 3 2 号
受付番号	5 9 9 0 0 6 1 9 8 0 7
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 1 年 7 月 2 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年 6月29日
-------	-------------

次頁無

特願平 1 1 - 1 8 2 8 3 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 1 1 2]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号
氏 名	株式会社ニコン